Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 05.08.2026 14:58:52
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735228d1d0

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

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория автоматического управления»

Направление подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль «Автоматизация технологических производств»

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026

Разработчик(и):

Доцент, к.т.н кафедры «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б.Генералова»



/Д.В. Зубов /

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б.Генералова»,



/А.С.Кирсанов/

Содержание

1	Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3	Структура и содержание дисциплины	7
3.1	Виды учебной работы и трудоемкость	7
3.2	Тематический план изучения дисциплины	7
3.3	Содержание дисциплины	9
3.4	Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий	9
3.5	Тематика курсовых проектов (курсовых работ)	10
4	Учебно-методическое и информационное обеспечение	10
4.1	Нормативные документы и ГОСТы	10
4.2	Основная литература	10
4.3	Дополнительная литература	11
4.4	Электронные образовательные ресурсы	11
4.5	Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение	11
4.6	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	11
5	Материально-техническое обеспечение	11
6	Методические рекомендации	12
6.1	Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения	12
6.2	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
7	Фонд оценочных средств	13
7.1	Методы контроля и оценивания результатов обучения	14
7.2	Шкала и критерии оценивания результатов обучения	16
7.3	Оценочные средства	24

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью дисциплины является освоение основ теории автоматического управления как теоретической и фундаментальной базы построения и анализа современных систем автоматического управления.

Задачами изучения дисциплины являются изучение общих свойств систем автоматического управления, современных методов их анализа и синтеза и подготовка на этой базе студентов к практической деятельности по расчету, проектированию, испытанию и эксплуатации современных систем управления в различных технологических комплексах.

Обучение по дисциплине «Теория автоматического управления» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**	**Наименование показателя оценивания**
ОПК-1**.** Применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Понимает теоретические основы естественнонаучных и технических дисциплин, основные законы функционирования объектов профессиональной деятельности; ИОПК-1.2. Применяет на практике математические методы для анализа и моделирования различных аспектов функционирования объектов профессиональной деятельности; ИОПК-1.3. Владеет навыками анализа и синтеза автоматизированных систем и их элементов с учетом их специфики.	**Знать:** основные понятия и определения в области построения, анализа и синтеза современных систем автоматического управления, показатели качества и устойчивости и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; **Уметь:** оценивать результаты математического моделирования объектов и процессов конструкторской технологической подготовки производства. **Владеть:** навыками математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; анализа показателей качества технологических систем.
ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических	ИОПК-13.1. Понимает основные методы расчета и проектирования систем автоматизации технологических процессов и производств;	**Знать:** количественные показатели надежности функционирования и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки

процессов и производств	ИОПК-13.2. Использует нормативно- техническую документацию при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств; ИОПК-13.3. Владеет практическими навыками проектирования систем автоматизации технологических процессов и производств.	надёжности инструмента и технологического оборудования; **Уметь:** решать задачи математического анализа проектной ситуации, конкретных рабочих процессов функционирования машин и обработки материалов, рассчитывать основные показатели надежности. **Владеть:** навыками оценки результатов математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; расчета основных показателей надежности и управления ими.
ПК-5 Способность разрабатывать концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами	ИПК-5.1. Применят правила разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами; ИПК-5.2. Анализирует современные программные средства процессов и объектов автоматизации и управления, определяет характеристики объекта автоматизации; ИПК-5.3. Разрабатывает и выбирает оптимальные структурные схемы автоматизированной системы управления технологическим процессом.	**Знать:** математические методы, применяемые для моделирования проектируемых процессов, устройств, средств и систем в инженерной и исследовательской практике; методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; методы построения моделей узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; **Уметь:** применять программный инструментарий для математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированны х систем.

		Владеть: навыками математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; навыками построения в специализированном программном обеспечении характеристик систем во временной и частотной области.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».
Дисциплина непосредственно связана со
следующими дисциплинами и практиками ООП:
Линейная алгебра;
Математический анализ;
Специальные главы математики
Технические средства автоматизации;
Моделирование технологических процессов и систем
управления
Производственная практика (преддипломная);

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			5
1	**Аудиторные занятия**	**90**	**90**
	В том числе:		
1.1	Лекции	54	54
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**126**	**126**
	В том числе:		
2.1	Подготовка к лекциям	22	22
2.2	Подготовка к контрольным работам	18	18
2.3	Подготовка к лабораторным работам	18	18
2.4	Выполнение курсовой работы и оформление пояснительной записки	40	40
2.5	Подготовка к экзамену по дисциплине	28	28
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**-**	Экзамен, КР
	Итого	**216**	**180**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Сам
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	

1	**Раздел 1. Общие сведения о системах автоматического регулирования (САР). Математическое описание линейных САР**	**26**	**12**	**4**	**0**	**0**	**28**
1.1	Тема 1. Введение. Основные понятия		4	0	0	0	8
1.2	Тема 2. Общие сведения о системах автоматического регулирования		4	0	0	0	8
1.3	Тема 3. Математическое описание систем автоматического регулирования.		4	4	0	0	12
2	**Раздел 2. Типовые динамические звенья автоматического регулирования**	**22**	**8**	**0**	**6**	**0**	**14**
2.1	Тема 1. Типовые динамические звенья автоматического регулирования.		4	0	0	0	8
2.2	Тема 2. Временные и частотные характеристики типовых динамических звеньев первого и второго порядка		4	0	6	0	6
3	**Раздел 3. Структурные схемы САР и их преобразование. Частотные характеристики и передаточные функции разомкнутых и замкнутых САР**	**26**	**8**	**4**	**4**	**0**	**10**
3.1	Тема 1. Структурные схемы САР и их преобразование. Параллельное, последовательное соединение, соединение звеньев с обратной связью.		4	4	4	0	8
3.2	Тема 2. Частотные характеристики и передаточные функции разомкнутых и замкнутых САР		4	0	0	0	2
4	**Раздел 4. Устойчивость линейных систем автоматического регулирования**	**30**	**8**	**6**	**4**	**0**	**12**
4.1	Тема 1. Устойчивость линейных систем автоматического регулирования. Алгебраические критерии устойчивости: критерий Рауса, Гурвица.		4	2	2	0	6
4.2	Тема 2. Частотные критерии устойчивости: критерий		4	4	2	0	6

	Михайлова, критерий Найквиста.						
5	**Раздел 5. Исследование качества процесса регулирования**	**34**	**8**	**4**	**0**	**0**	**30**
5.1	Тема 1. Исследование качества процесса регулирования.		4	4	0	0	20
5.2	Тема 2. Прямые и косвенные показатели качества.		4	0	0	0	8
6	**Раздел 6. Коррекция САР**	**42**	**10**	**0**	**4**	**0**	**32**
6.1	Тема 1. Оптимальные линейные САР с последовательной коррекцией. Синтез регулятора.		4	0	0	0	20
6.2	Тема 2. Подчиненные системы управления.		6	0	4	0	12
	Итого	**180**	**54**	**18**	**18**	**0**	**126**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Общие сведения о системах автоматического регулирования (САР).

Математическое описание линейных САР.

Тема 1. Введение. Основные понятия. Цели управления. Автоматическое и автоматизированное управлпение. Линейные и нелинейные системы. Принцип суперпозиции. Критерии качества регулирования. Основные понятия и определения линейной ТАУ.

Тема 2. Общие сведения о системах автоматического регулирования. Примеры ОУ. Одноконтурные и многоконтурные системы регулирования. П-, И-, ПИ-, ПИД-, ПД-регуляторы. Двухпозиционный релейный регулятор, двухпозиционный релейный регулятор с гистерезисом.

Тема 3. Математическое описание систем автоматического регулирования. Формы представления моделей элементов и систем. Понятие передаточной функии, получение передаточной функции линейных объектов.

Раздел 2. Типовые динамические звенья автоматического регулирования

Тема 1. Типовые динамические звенья автоматического регулирования 0, 1, 2 порядков. Виды передаточных функций системы.

Тема 2. Временные и частотные характеристики типовых динамических звеньев первого и второго порядка.

Раздел 3. Структурные схемы САР и их преобразование. Частотные характеристики и передаточные функции разомкнутых и замкнутых САР

Тема 1. Структурные схемы САР и их преобразование. Параллельное, последовательное соединение, соединение звеньев с обратной связью. Типовые соединения линейных ДЗ.

Тема 2. Частотные характеристики и передаточные функции разомкнутых и замкнутых САР. Частотные характеристики звеньев: частотная передаточная функция звена, формы записи. Понятие АЧХ, ФЧХ, АФЧХ. Логарифмические частотные характеристики звеньев.

Раздел 4. Устойчивость линейных систем автоматического регулирования

Тема 1. Устойчивость линейных систем автоматического регулирования. Алгебраические критерии устойчивости: критерий Рауса, Гурвица, Льенара-Шипара.

Тема 2. Частотные критерии устойчивости: критерий Михайлова, критерий Найквиста.

Раздел 5. Исследование качества процесса регулирования

Тема 1. Исследование качества процесса регулирования.

Тема 2. Прямые и косвенные показатели качества. Косвенные показатели качества системы управления: показатель колебательности системы; запасы устойчивости; интегральные оценки качества регулирования.

Раздел 6. Многоконтурные АСР

Тема 1. Каскадные АСР, выбор контуров, выбор регуляторов, настройка регуляторов. Комбинированные АСР, выбор и настройка компенсаторов. Автономные АСР.

Тема 2. АСР с внутренней моделью. АСР с упредителем Смита. АСР с регуляторов Флюгге-Лотц. Борьба с интегральным насыщением. Регуляторы с разными настройками по каналу задания и по каналу управления.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическая работа 1. Построение математических моделей систем автоматического регулирования.

Практическая работа 2. Преобразование структурных схем САУ. Построение структурных схем САУ по дифференциальному уравнению.

Практическая работа 3. Анализ устойчивости линейных систем автоматического регулирования: алгебраические критерии устойчивости.

Практическая работа 4. Анализ устойчивости линейных систем автоматического регулирования: частотные критерии устойчивости.

Практическая работа 5. Исследование качества процесса регулирования. Прямые и косвенные показатели качества.

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторная работа 1. Анализ временных и частотных характеристик типовых динамических звеньев первого порядка

Лабораторная работа 2. Анализ временных и частотных характеристик типовых динамических звеньев второго порядка

Лабораторная работа 3. Способы соединения звеньев систем автоматического управления

Лабораторная работа 4. Устойчивость систем автоматического управления

Лабораторная работа 5. Процедура коррекции систем автоматического управления

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Тема курсовой работы: «Анализ и синтез линейных систем автоматического управления».

Параметры объекта регулирования определяются номером варианта студента.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Лебедев, Ю. М. Теория автоматического управления : учебное пособие / Ю. М. Лебедев, Б. И. Коновалов. — Москва : ТУСУР, 2010. — 162 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/4947.

2. Дурандин, М. Г. Теория систем автоматического управления : учебное пособие / М. Г. Дурандин, И. А. Кузьминых, Я. А. Мишин. — Екатеринбург : , 2017. — 122 с. — ISBN 978-5-94614-415-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/121393

3. Преображенский, А. В. Теория автоматического управления : учебное пособие / А. В. Преображенский. — Нижний Новгород : ВГУВТ, 2011. — 96 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/44863

4. Салихов, З. Г. Теория автоматического управления: линейные системы : учебно-методическое пособие / З. Г. Салихов, А. В. Сириченко. — Москва : МИСИС, 2012. — 84 с. — ISBN 978-5-87623-632-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/116691

4.3 Дополнительная литература

1. Zamyatin, S. V. Control theory / S. V. Zamyatin, M. I. Pushkarev, E. M. Yakovleva. — Томск : ТПУ, 2012. — 100 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/45137

2. Карапетьян, В. А. Средства Matlab в задачах анализа и синтеза линейных стационарных САУ : учебное пособие / В. А. Карапетьян, В. А. Крамарь. — 2-е изд., испр. — Москва : Центркаталог, 2021. — 240 с. — ISBN 978-5-903268-53-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/223733.

3. Затонский, А. В. Моделирование объектов управления в MatLab : учебное пособие / А. В. Затонский, Л. Г. Тугашова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-3270-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/206033.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрены

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office
2. Microsoft-Windows
3. Math Works-MATLAB, Simulink

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru
3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.
4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
5. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).

2. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к практическим и семинарским занятиям.

При подготовке к лабораторным и практическим работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов.

В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса.

Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части работы следует подвести ее итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенной лабораторной работы. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Теория автоматического управления» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала 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 и защита практических и лабораторных работ с помощью специализированного программного обеспечения;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетно-графических работ;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, 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:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- выполнение курсовой работы и подготовка пояснительной записки;
- подготовка к лабораторным и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к экзамену по дисциплине.

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

7 Фонд оценочных средств

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

- лабораторные работы;
- контрольные работы;
- курсовая работа;
- экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**Наименование компетенции выпускника**
ОПК-1	Применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ОПК-13	Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств
ПК-5	Способность разрабатывать концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Теория автоматического управления».

№ п/п	Вид контроля результатов обучения	Наименование контроля результатов обучения	Краткая характеристика контроля результатов обучения
1	Текущий	Лабораторная работа	Лабораторная работа выполняется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
2	Текущий	Контрольная работа	Решение контрольной работы осуществляется на последнем занятии изучаемой темы. Студенту выдаются 2 задачи. Контрольная работа выполняется индивидуально каждым студентом. При проверке преподаватель оценивает правильность произведенных расчетов, алгоритмов, использования терминологии и выводы.
3	Промежуточный	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». Экзамен проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения экзамена его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. Длительность экзамена 2 часа (120 минут). К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Теория автоматического управления».
4	Курсовая работа	Курсовая работа	Курсовая работа, выполненная в соответствии с требованиями по содержанию и оформлению, защищается в сроки, предусмотренные графиком выполнения курсовых проектов по данной дисциплине. Курсовая работа выдается во 2-м семестре не позднее 9-й академической недели. График выполнения курсового проекта следующий: 1-8-я академическая недели - получение навыков работы в программе MATLAB/Simulink, изучение теоретических основ; 9-я академической неделя - получения задания на курсовую работу; 9-13-я академические недели - выполнение курсового проекта (Консультации студентов, работа в библиотеках и архивах, подготовка текстов курсовых проектов); 14-17-я академические недели - Представление чистового варианта курсового проекта; 18-я академическая неделя - Защита курсового проекта. Обучающийся в течение семестра самостоятельно выполняет ряд заданий в соответствие с методическим указанием.

			Преподаватель выставляет предварительную оценку и допускает студента к защите. В последнюю неделю семестра проводится защита КР. На защиту студент предоставляет: 1. Модель системы в программной среде MATLAB/Simulink. 2. Пояснительную записку в отпечатанном виде, содержащую расчёт двухконтурной САР, расчет регуляторов в контурах регулирования, ЛФЧХ и ЛАЧХ, кривые переходных процессов по управляющему и возмущающему воздействиях, оценку качества регулирования САР. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

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

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: основные понятия и определения в области построения, анализа и синтеза современных систем автоматического управления, показатели качества и устойчивости и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; основные области применения математических методов решения научных и технических задач в машиностроении, аспекты	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные понятия и определения в области построения, анализа и синтеза современных систем автоматического управления, показатели качества и устойчивости и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; основные области применения математических	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные понятия и определения в области построения, анализа и синтеза современных систем автоматического управления, показатели качества и устойчивости и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; основные области применения математических методов решения	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основные понятия и определения в области построения, анализа и синтеза современных систем автоматического управления, показатели качества и устойчивости и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; основные области применения математических методов решения	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основные понятия и определения в области построения, анализа и синтеза современных систем автоматического управления, показатели качества и устойчивости и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; основные области

системности и математизации научных исследований; количественные показатели	методов решения научных и технических задач в машиностроении, аспекты системности	научных и технических задач в машиностроении, аспекты системности и математизации	научных и технических задач в машиностроении, аспекты системности и математизации	применения математических методов решения научных и технических задач

надежности функционирования и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; математические методы, применяемые для моделирования проектируемых процессов, устройств, средств и систем в инженерной и исследовательской практике; методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; методы построения моделей узлов, блоков и устройств автоматизированных систем.	и математизации научных исследований; количественные показатели надежности функционирования и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; математические методы, применяемые для моделирования проектируемых процессов, устройств, средств и систем в инженерной и исследовательской практике; методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; методы построения моделей узлов, блоков и устройств автоматизированных систем.	научных исследований; количественные показатели надежности функционирования и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; математические методы, применяемые для моделирования проектируемых процессов, устройств, средств и систем в инженерной и исследовательской практике; методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; методы построения моделей узлов, блоков и устройств автоматизированных систем. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	научных исследований; количественные показатели надежности функционирования и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; математические методы, применяемые для моделирования проектируемых процессов, устройств, средств и систем в инженерной и исследовательской практике; методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; методы построения моделей узлов, блоков и устройств автоматизированных систем. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	в машиностроении, аспекты системности и математизации научных исследований; количественные показатели надежности функционирования и методы их расчёта, методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; математические методы, применяемые для моделирования проектируемых процессов, устройств, средств и систем в инженерной и исследовательской практике; методы и средства технического диагностирования и оценки надёжности инструмента и технологического оборудования; методы построения моделей узлов, блоков и устройств автоматизированных систем. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: оценивать результаты математического моделирования объектов и процессов конструкторско	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: оценивать результаты математическо го	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: оценивать результаты	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: оценивать результаты	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: оценивать результаты

й технологическо й подготовки производства; осуществлять	моделировани я объектов и процессов конструкторск ой технологическ ой	математического моделирования объектов и процессов конструкторской	математического моделирования объектов и процессов конструкторской	математическо го моделировани я объектов и процессов

постановку задач для математического анализа проектной ситуации, конкретных рабочих процессов функционирования машин и обработки материалов; решать задачи математического анализа проектной ситуации, конкретных рабочих процессов функционирования машин и обработки материалов, рассчитывать основные показатели надежности; применять программный инструментарий для математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем.	подготовки производства; осуществлять постановку задач для математического анализа проектной ситуации, конкретных рабочих процессов функционирования машин и обработки материалов; решать задачи математического анализа проектной ситуации, конкретных рабочих процессов функционирования машин и обработки материалов, рассчитывать основные показатели надежности; применять программный инструментарий для математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем.	технологической подготовки производства; осуществлять постановку задач для математического анализа проектной ситуации, конкретных рабочих процессов функционирования машин и обработки материалов; решать задачи математического анализа проектной ситуации, конкретных рабочих процессов функционирования машин и обработки материалов, рассчитывать основные показатели надежности; применять программный инструментарий для математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	технологической подготовки производства; осуществлять постановку задач для математического анализа проектной ситуации, конкретных рабочих процессов функционирования машин и обработки материалов; решать задачи математического анализа проектной ситуации, конкретных рабочих процессов функционирования машин и обработки материалов, рассчитывать основные показатели надежности; применять программный инструментарий для математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	конструкторской технологической подготовки производства; осуществлять постановку задач для математического анализа проектной ситуации, конкретных рабочих процессов функционирования машин и обработки материалов; решать задачи математического анализа проектной ситуации, конкретных рабочих процессов функционирования машин и обработки материалов, рассчитывать основные показатели надежности; применять программный инструментарий для математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированны х систем. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем;	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками математического моделирования	Обучающийся в недостаточной степени владеет: навыками математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированн	Обучающийся частично владеет: навыками математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем;	Обучающийся в полном объеме владеет: навыками математического моделирования узлов,

анализа показателей качества технологических систем; навыками представления результатов математического	узлов, блоков и устройств автоматизированн ых систем; анализа показателей качества технологических	ых систем; анализа показателей качества технологических систем; навыками представления	анализа показателей качества технологических систем; навыками представления результатов	блоков и устройств автоматизирован ны х систем; анализа показателей качества технологическ их систем; навыками

моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; навыками оценки результатов математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; расчета основных показателей надежности и управления ими; навыками математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; навыками построения в специализированном программном обеспечении характеристик систем во временной и частотной области.	систем; навыками представления результатов математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; навыками оценки результатов математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; расчета основных показателей надежности и управления ими; навыками математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; навыками построения в специализированном программном обеспечении характеристик систем во временной и частотной области.	результатов математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; навыками оценки результатов математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; расчета основных показателей надежности и управления ими; навыками математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; навыками построения в специализированном программном обеспечении характеристик систем во временной и частотной области. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; навыками оценки результатов математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; расчета основных показателей надежности и управления ими; навыками математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; навыками построения в специализированном программном обеспечении характеристик систем во временной и частотной области. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	представления результатов математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; навыками оценки результатов математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированных систем; расчета основных показателей надежности и управления ими; навыками математического моделирования узлов, блоков и устройств автоматизированно м программном обеспечении характеристик систем во временной и частотной области. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: экзамена.

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.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: курсовой работы.

Выполнение и защита курсовой работы	Отлично: Количество набранных баллов за пояснительную записку и защиту работы – 9-10. Хорошо: Количество набранных баллов за пояснительную записку и защиту работы – 7-8. Удовлетворительно: Количество набранных баллов за пояснительную записку и защиту работы – 5-6. Количество набранных баллов за пояснительную записку и защиту работы – 0-4.	Критерии оценивания: – Соответствие техническому заданию: 3 балла – полное соответствие техническому заданию, выполнены все задания из методических указаний 2 балла – полное соответствие техническому заданию, выполнено в подавляющее большинство дополнительных заданий из методических указаний 1 балл – не полное соответствие техническому заданию, выполнена только часть дополнительных заданий 0 баллов – не соответствие техническому заданию, не выполнены дополнительные задания

		или выполнена только малая их часть – Качество пояснительной записки: 3 балла – пояснительная записка имеет логичное,
		последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями 2 балла – пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями 1 балл – пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения 0 балл – пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. Защита курсовой работы: 3 балла – при защите студент

		показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы 2 балла – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования,

		вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы 1 балл – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы 0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. Максимальное количество баллов – 9.

Шкала оценивания текущего контроля.

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Выполнение и защита лабораторной работы	Зачтено: набрано 3 и более баллов Незачтено: набрано 2 и менее баллов Расчеты выполнены верно – 1 балл, выводы логичны и обоснованы – 1 балл, оформление работы соответствует требованиям – 1 балл, правильный ответ на один вопрос (при защите задаётся 2 вопроса) – 1 балл.	В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по лабораторным работам. К выполнению экспериментальной части лабораторной работы допускаются студенты, подготовившие протоколы выполнения лабораторной работы. Протоколы оформляются в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Отчет по лабораторной работе содержит протокол проведения лабораторной работы, расчеты, графическую часть, выводы. Защита отчета по лабораторной работе

		осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется

		оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты не выполнившие лабораторную работу к защите не допускаются
Контрольная работа по теме раздела	Отлично - Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, либо некоторые из выполненных заданий содержат незначительные ошибки Хорошо - Уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. Удовлетворительно - Теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство	Защита темы включает решение задач в аудитории в течение одной пары и проходит после изучения соответствующего раздела. Билеты состоят из вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1,5 часа.

	предусмотренных программой заданий не выполнено; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно	
	повышение качества выполнения учебных заданий. Неудовлетворительно - Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены	

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Контрольная работа №1 (разделы «Общие сведения о системах автоматического регулирования (САР). Математическое описание линейных САР», «Типовые динамические звенья автоматического регулирования»). Типовые задания

1. Выполните построение аппроксимированных ЛАЧХ и ЛФЧХ для апериодического звена, если коэффициент усиления этого звена равен 1, а постоянная времени – 10 с.
2. Выполните построение аппроксимированных ЛАЧХ и ЛФЧХ для интегрирующего звена, если постоянная времени равна10 с.
3. Выполните построение аппроксимированных ЛАЧХ и ЛФЧХ для форсирующего звена, если коэффициент усиления равен 1, а постоянная времени – 1 с.
4. Выполните построение аппроксимированной ЛАЧХ идеального дифференцирующего звена для коэффициента усиления, равного 5. Определите значение амплитуды выходного сигнала для идеального дифференцирующего звена при частоте входного гармонического сигнала 1 рад/с (принять амплитудное значение входного сигнала, равным единице). Соответствующую точку отметить на графике.
5. Выполните построение аппроксимированной ЛАЧХ интегрирующего звена для постоянной времени, равной 5 с. Определите значение амплитуды выходного сигнала для интегрирующего звена при частоте входного гармонического сигнала 10 рад/с (принять амплитудное значение входного сигнала, равным единице). Соответствующую точку отметить на графике.
6. Выполните построение аппроксимированной ЛАЧХ апериодического звена для коэффициента усиления, равного 1, и постоянной времени – 5 с. Определите значение амплитуды выходного сигнала для интегрирующего звена при частоте входного гармонического сигнала 100 рад/с (принять амплитудное значение входного сигнала, равным единице). Соответствующую точку отметить на графике.

7. Выполните построение аппроксимированных ЛАЧХ идеального дифференцирующего (K = 1) и апериодического (K = 1, T = 1 с) звеньев. Определите частоту входного сигнала, при котором амплитудные значения выходных сигналов этих звеньев равны по величине (принять амплитудное значение входного сигнала, равным единице). Соответствующую точку отметить на графике.

8. Выполните построение аппроксимированных ЛАЧХ интегрирующего (T = 1) и апериодического (K = 10, T = 1 с) звеньев. Определите частоту входного сигнала, при котором амплитудные значения выходных сигналов этих звеньев равны по величине (принять амплитудное значение входного сигнала, равным единице). Соответствующую точку отметить на графике.

9. Выполните построение аппроксимированных ЛАЧХ безынерционного (K = 1) и апериодического (K = 10, T = 1 с) звеньев. Определите частоту входного сигнала, при котором амплитудные значения выходных сигналов этих звеньев равны по величине (принять амплитудное значение входного сигнала, равным единице). Соответствующую точку отметить на графике.

Контрольная работа №2 (раздел «Структурные схемы САР и их преобразование. Частотные характеристики и передаточные функции разомкнутых и замкнутых САР»). Типовые задания

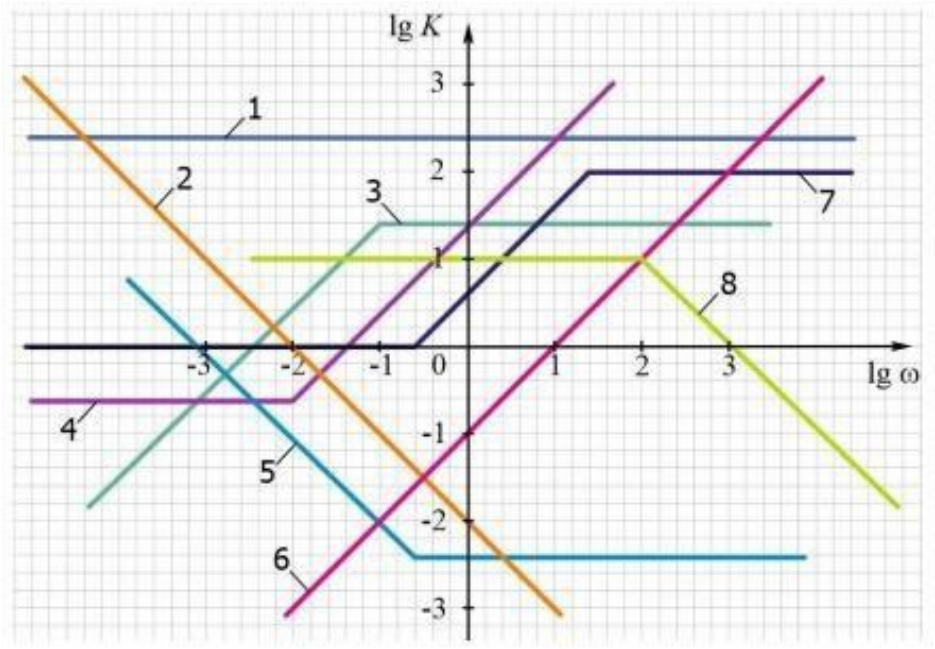


Рисунок 1 – Типовое расчетно-графическое задание

1. Выполните построение аппроксимированной ЛАЧХ для последовательного соединения звеньев 1 и 5 (рисунок 1). Определите значение амплитуды выходного сигнала системы при частоте входного гармонического сигнала 10 рад/с (принять амплитудное значение входного сигнала, равным единице). Ответ округлить до десятых.

2. Выполните построение аппроксимированной ЛАЧХ для последовательного соединения звеньев 2 и 8 (рисунок 1). Определите значение амплитуды выходного сигнала системы при частоте входного гармонического сигнала 100 рад/с (принять амплитудное значение входного сигнала, равным единице). Ответ округлить до десятых.

3. Выполните построение аппроксимированных ЛАЧХ для последовательного соединения звеньев 1 и 7 (рисунок 1). Определите значение амплитуды выходного сигнала системы при частоте входного гармонического сигнала 1 рад/с (принять амплитудное значение входного сигнала, равным единице). Ответ округлить до десятых.

4. Выполните построение аппроксимированной ЛАЧХ для согласно-параллельного соединения звеньев 2, 4 и 5 (рисунок 1). Определите значение амплитуды выходного сигнала системы при частоте входного гармонического сигнала 10 рад/с (принять амплитудное значение входного сигнала, равным единице). Ответ округлить до десятых.

5. Выполните построение аппроксимированной ЛАЧХ для согласно-параллельного соединения звеньев 1, 3 и 8 (рисунок 1). Определите значение амплитуды выходного сигнала системы при частоте входного гармонического сигнала 100 рад/с (принять амплитудное значение входного сигнала, равным единице). Ответ округлить до десятых.

6. Выполните построение аппроксимированной ЛАЧХ для согласно-параллельного соединения звеньев 2, 7 и 8 (рисунок 1). Определите значение амплитуды выходного сигнала

системы при частоте входного гармонического сигнала 1 рад/с (принять амплитудное значение входного сигнала, равным единице). Ответ округлить до десятых.

7. Выполните построение аппроксимированной ЛАЧХ для встречно-параллельного соединения звеньев 1, 2 и 3 (рисунок 1). Определите значение амплитуды выходного сигнала системы при частоте входного гармонического сигнала 1 рад/с (принять амплитудное значение входного сигнала, равным единице). Ответ округлить до десятых.

8. Выполните построение аппроксимированной ЛАЧХ для встречно-параллельного соединения звеньев 4, 5 и 6 (рисунок 1). Определите значение амплитуды выходного сигнала системы при частоте входного гармонического сигнала 10 рад/с (принять амплитудное значение входного сигнала, равным единице). Ответ округлить до десятых.

9. Выполните построение аппроксимированной ЛАЧХ для встречно-параллельного соединения звеньев 6, 7 и 8 (рисунок 1). Определите значение амплитуды выходного сигнала системы при частоте входного гармонического сигнала 100 рад/с (принять амплитудное значение входного сигнала, равным единице). Ответ округлить до десятых.

Контрольная работа №3 (раздел «Устойчивость линейных систем автоматического регулирования»). Типовые задания

1) $W(p) = 250$

2) $W(p) = 1/100p$

3) $W(p) = 160p/(10p + 1)$

4) $W(p) = 0{,}25 \bullet (1 + 100p)$

5) $W(p) = 0{,}1p$

6) $W(p) = (1 + 1600p)/(1 + 16p)$

7) $W(p) = 10/(1 + 0{,}01p)$

1. Построить аппроксимированные ЛАЧХ и ЛФЧХ для встречно-параллельного соединения звеньев 1, 2 и 3. Записать обобщенную передаточную функцию системы.

Примечание: (1 и 2 звенья – прямой канал, 3 звено – обратный канал).

2. Построить аппроксимированные ЛАЧХ и ЛФЧХ для встречно-параллельного соединения звеньев 4, 5 и 6. Записать обобщенную передаточную функцию системы.

Примечание: (4 и 5 звенья – прямой канал, 6 звено – обратный канал).

3. Построить аппроксимированные ЛАЧХ и ЛФЧХ для встречно-параллельного соединения звеньев 6, 7 и 8. Записать обобщенную передаточную функцию системы.

Примечание: (6 и 7 звенья – прямой канал, 8 звено – обратный канал).

4. Построить аппроксимированные ЛАЧХ и ЛФЧХ для встречно-параллельного соединения звеньев 1, 2 и 3. Выполнить анализ устойчивости по критерию Гурвица.

Примечание: (1 и 2 звенья – прямой канал, 3 звено – обратный канал).

5. Построить аппроксимированные ЛАЧХ и ЛФЧХ для встречно-параллельного соединения звеньев 4, 5 и 6. Выполнить анализ устойчивости по критерию Гурвица.

Примечание: (4 и 5 звенья – прямой канал, 6 звено – обратный канал).

6. Построить аппроксимированные ЛАЧХ и ЛФЧХ для встречно-параллельного соединения звеньев 6, 7 и 8. Выполнить анализ устойчивости по критерию Гурвица.

Примечание: (6 и 7 звенья – прямой канал, 8 звено – обратный канал).

7. Построить аппроксимированные ЛАЧХ и ЛФЧХ для встречно-параллельного соединения звеньев 1, 2 и 3. Выполнить анализ устойчивости по критерию Рауса.

Примечание: (1 и 2 звенья – прямой канал, 3 звено – обратный канал).

8. Построить аппроксимированные ЛАЧХ и ЛФЧХ для встречно-параллельного соединения звеньев 4, 5 и 6. Выполнить анализ устойчивости по критерию Рауса.

Примечание: (4 и 5 звенья – прямой канал, 6 звено – обратный канал).

9. Построить аппроксимированные ЛАЧХ и ЛФЧХ для встречно-параллельного соединения звеньев 6, 7 и 8. Выполнить анализ устойчивости по критерию Рауса.

Примечание: (6 и 7 звенья – прямой канал, 8 звено – обратный канал).

Контрольная работа №4 (разделы «Исследование качества процесса регулирования», «Коррекция САР»). Типовые задания

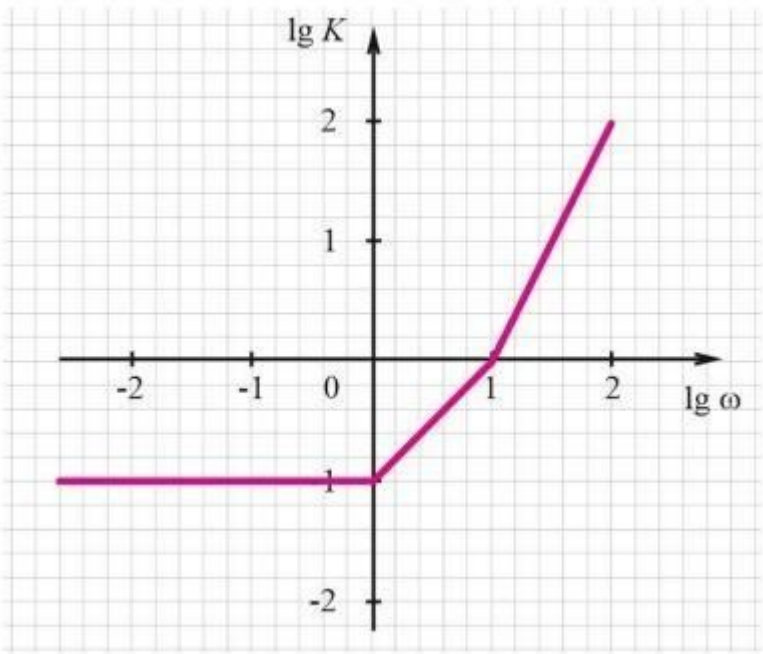


Рисунок 1 – Типовое расчетно-графическое задание

1. Выполните процедуру коррекции для заданной ЛАЧХ с целью обеспечить запас по фазовому сдвигу системы Δφ = 135 град. Тип регулятора – пропорциональный (П-регулятор). Примечание: все звенья (за исключением управляющего устройства) помещены в обратный канал системы регулирования, приведена результирующая ЛАЧХ обратного канала.

2. Выполните процедуру коррекции для заданной ЛАЧХ с целью обеспечить запас по фазовому сдвигу системы Δφ = 117 град. Тип регулятора – пропорциональный (П-регулятор). Примечание: все звенья (за исключением управляющего устройства) помещены в обратный канал системы регулирования, приведена результирующая ЛАЧХ обратного канала.

3. Выполните процедуру коррекции для заданной ЛАЧХ с целью обеспечить запас по фазовому сдвигу системы Δφ = 99 град. Тип регулятора –пропорциональный (П-регулятор).

Примечание: все звенья (за исключением управляющего устройства) помещены в обратный канал системы регулирования, приведена результирующая ЛАЧХ обратного канала.

4. Выполните процедуру коррекции для заданной ЛАЧХ с целью обеспечить запас по фазовому сдвигу системы Δφ = 90 град. Тип регулятора – интегральный (И-регулятор). Примечание: все звенья (за исключением управляющего устройства) помещены в обратный канал системы регулирования, приведена результирующая ЛАЧХ обратного канала.

5. Выполните процедуру коррекции для заданной ЛАЧХ с целью обеспечить запас по фазовому сдвигу системы Δφ = 45 град. Тип регулятора – интегральный (И-регулятор). Примечание: все звенья (за исключением управляющего устройства) помещены в обратный канал системы регулирования, приведена результирующая ЛАЧХ обратного канала.

6. Выполните процедуру коррекции для заданной ЛАЧХ с целью обеспечить запас по фазовому сдвигу системы Δφ = 15 град. Тип регулятора – интегральный (И-регулятор). Примечание: все звенья (за исключением управляющего устройства) помещены в обратный канал системы регулирования, приведена результирующая ЛАЧХ обратного канала.

7. Выполните процедуру коррекции для заданной ЛАЧХ с целью обеспечить запас по фазовому сдвигу системы Δφ = 90 град. Тип регулятора – пропорционально-интегральный (ПИ-регулятор). Примечание: все звенья (за исключением управляющего устройства) помещены в обратный канал системы регулирования, приведена результирующая ЛАЧХ обратного канала.

8. Выполните процедуру коррекции для заданной ЛАЧХ с целью обеспечить запас по фазовому сдвигу системы Δφ = 45 град. Тип регулятора – пропорционально-интегральный (ПИ-регулятор). Примечание: все звенья (за исключением управляющего устройства)

помещены в обратный канал системы регулирования, приведена результирующая ЛАЧХ обратного канала.

9. Выполните процедуру коррекции для заданной ЛАЧХ с целью обеспечить запас по фазовому сдвигу системы $\Delta\varphi = 15$ град. Тип регулятора – пропорционально-интегральный (ПИ-регулятор). Примечание: все звенья (за исключением управляющего устройства) помещены в обратный канал системы регулирования, приведена результирующая ЛАЧХ обратного канала.

Вопросы для подготовки к защите лабораторных работ 1, 2 «Анализ временных и частотных характеристик типовых динамических звеньев первого порядка»

1. Построить ВЧХ, МЧХ, АЧХ, АФХ исследованного в работе колебательного звена.
2. Как влияют величины k, T реального дифференцирующего звена на вид ЛАЧХ звена?
3. Записать выражение для переходной характеристики апериодического звена и проанализировать влияние k и T на параметры переходного процесса.
4. Записать передаточную функцию для системы с единичной отрицательной обратной связью с интегратором (или с апериодическим звеном) в прямой цепи.

Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы 3 «Способы соединения звеньев систем автоматического управления»

1. Как влияет коэффициент усиления звена обратной связи на установившееся значение переходной функции при встречнопараллельном соединении звеньев?
2. Как записать обобщенную передаточную функцию для встречнопараллельного соединения звеньев?
3. На какие параметры переходной функции влияет постоянная времени звена обратной связи при встречно-параллельном соединении звеньев?
4. Как влияет коэффициент усиления звеньев прямого канала на переходной процесс при встречно-параллельном соединении звеньев?
5. Согласны ли Вы с утверждением: погрешность аппроксимации при согласно-параллельном соединении звеньев будет больше при близких коэффициентах усиления звеньев слагаемых? Поясните свою точку зрения.
6. Как записать обобщенную передаточную функцию для согласнопараллельного соединения звеньев?
7. На какие параметры переходной функции повлияет постоянная времени звена прямого канала при последовательном соединении звеньев?
8. От чего зависит погрешность аппроксимации частотных характеристик в случае последовательного соединения звеньев?
9. Поясните процедуру снятия амплитудно-частотной характеристики на примере согласно-параллельного соединения звеньев.
10. Как записать обобщенную передаточную функцию для последовательного соединения звеньев?

Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы 4 «Устойчивость систем автоматического управления»

1. Назовите преимущества и недостатки алгебраических критериев устойчивости.
2. Назовите преимущества и недостатки частотных критериев устойчивости.
3. Сформулируйте критерий устойчивости Гурвица.

4. Каким образом по годографу Найквиста можно определить запас устойчивости по фазовому сдвигу?

5. Дайте определение запасу устойчивости по фазовому сдвигу.

6. Дайте определение понятию устойчивости систем автоматического управления.

7. Что такое частота среза?

8. Возможно ли оценить устойчивость системы по частотным характеристикам?

9. Какой запас устойчивости по фазовому сдвигу считается достаточным?

10.Изобразите качественный вид процессов неустойчивой системы автоматического управления.

Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы 5 «Процедура коррекции систем автоматического управления»

1. Изобразите частотные характеристики пропорционально-интегрального регулятора.

2. Назовите недостатки пропорционального регулятора.

3. Каким образом осуществляется процедура коррекции в лабораторной работе?

4. На какие показатели качества переходного процесса влияет пропорциональный канал регулятора?

5. На какие показатели качества переходного процесса влияет интегральный канал регулятора?

6. Как влияет коэффициент усиления регулятора на величину запаса по фазовому сдвигу системы?

7. Что необходимо сделать с коэффициентом усиления регулятора, если в системе присутствует перерегулирование?

8. Назовите все показатели качества переходного процесса.

9. Перечислите показатели качества системы, которые могут быть получены по частотным характеристикам.

10. Какие методы проведения процедуры коррекциисистем автоматического управления Вы знаете?

11. Что необходимо сделать в замкнутой системе автоматического управления, чтобы повысить быстродействие процессов регулирования?

12. Каким образом можно добиться статической ошибки регулирования, равной 0?

7.3.2 Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену

1. Понятие управления, цели управления, критерии качества управления, объекта управления, автоматической системы управления.
2. Автоматическое регулирование.
3. Классификация систем автоматического регулирования.
4. Понятие математической модели объекта управления.
5. Основные свойства преобразования Лапласа.
6. Формы записи дифференциальных уравнений.
7. Передаточные функции.
8. Частотные характеристики.
9. Временные характеристики.
10. Элементарные звенья и их характеристики.
11. Структурные схемы, уравнения и частотные характеристики стационарных линейных систем.
12. Многомерные стационарные линейные системы.
13. Понятие устойчивости.
14. Условия устойчивости систем автоматического управления.
15. Алгебраические критерии устойчивости.
16. Частотные критерии устойчивости.

17. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.
18. Оценка качества переходного процесса при воздействии в виде ступенчатой функции.
19. Корневые методы оценки качества переходных процессов.
20. Частотные методы оценки качества регулирования.
21. Синтез простейших АСР (синтез АСР 1-го порядка, синтез АСР 2-го порядка).
22. Синтез АСР с применением интегральных оценок качества регулирования (выбор интегральной оценки, вычисление интегральных оценок, определение параметров АСР, минимизирующих интегральные оценки).
23. Синтез АСР с помощью корневых оценок качества регулирования. Частотные методы синтеза АСР. Параметрический синтез АСР при заданном показателе колебательности.
24. Синтез АСР при показателе колебательности m = 1. Синтез АСР с запаздыванием.
25. Оптимальные линейные САР с последовательной коррекцией
26. Основы теории нелинейных САР

Задание на курсовую работу

Цель курсовой работы: Усвоение методов расчёта, анализа и синтеза линейных двухконтурных систем автоматического регулирования (в дальнейшем САР), построенных по принципу систем подчинённого регулирования с последовательной коррекцией.

Задан объект регулирования (рис. 1). Параметры объекта регулирования определяются в соответствии с номером варианта студента

Далее необходимо:

– произвести построение и расчёт двухконтурной САР (статической и астатической).

– выбрать и рассчитать регуляторы в контурах регулирования

– выполнить построение ЛФЧХ и ЛАЧХ, а также кривых переходных процессов по управляющему и возмущающему воздействиях

– определить качество регулирования САР

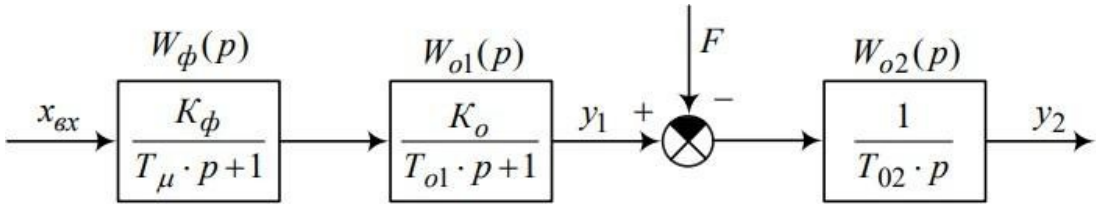


Рис. 1 Объект регулирования

Вопросы к защите курсовой работы

1. Понятие устойчивости
2. Условия устойчивости систем автоматического управления
3. Алгебраические критерии устойчивости
4. Частотные критерии устойчивости
5. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам
6. Оценка качества переходного процесса при воздействии в виде ступенчатой функции
7. Корневые методы оценки качества переходных процессов
8. Частотные методы оценки качества регулирования
9. Синтез простейших АСР (синтез АСР 1-го порядка, синтез АСР 2-го порядка)
10. Синтез АСР с применением интегральных оценок качества регулирования (выбор интегральной оценки, вычисление интегральных оценок, определение параметров АСР, минимизирующих интегральные оценки).
11. Синтез АСР с помощью корневых оценок качества регулирования
12. Частотные методы синтеза АСР
13. Параметрический синтез АСР при заданном показателе колебательности
14. Синтез АСР при показателе колебательности m = 1. Синтез АСР с запаздыванием
15. Оптимальные линейные САР с последовательной коррекцией