



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЛИНЕЙНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки (специальность)
27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль/специализация) программы
Системы и средства автоматизации технологических процессов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированных систем управления
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (приказ Минобрнауки России от 31.07.2020 г. № 871)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

07.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС


13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  В.Р. Храшин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры АСУ,  Т.Г. Сухоносова

Рецензент:

Начальник отдела промышленных киберфизических систем и решений ЗАО «КонсОМ СКС»,  Е.А. Хренов



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

- формирование у обучающихся способности выполнять абстрактное описание системы или объекта автоматизации в терминах и понятиях теории управления;
- формирование у обучающихся способности решать базовые задачи управления в технических системах с использованием фундаментальных знаний с целью совершенствования в профессиональной деятельности;
- формирование у обучающихся способности осуществлять выбор показателей и средств для оценки эффективности и надежности систем управления;
- формирование у обучающихся способности производить оценку эффективности и надежности систем управления по методикам, разработанным на основе математических методов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория автоматического управления входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Введение в направление

Математика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Диагностика и надежность автоматизированных систем

Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы

Моделирование систем управления

Системы автоматизации и управления

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория автоматического управления» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-3	Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности
ОПК-3.1	Выполняет абстрактное описание системы или объекта автоматизации в терминах и понятиях теории управления
ОПК-3.2	Решает базовые задачи управления в технических системах с использованием фундаментальных знаний с целью совершенствования в профессиональной деятельности
ОПК-4	Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов
ОПК-4.1	Осуществляет выбор показателей и средств для оценки эффективности и надежности систем управления.
ОПК-4.2	Производит оценку эффективности и надежности систем управления по методикам, разработанным на основе математических методов

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 86,8 академических часов;
- аудиторная – 85 академических часов;
- внеаудиторная – 1,8 академических часов;
- самостоятельная работа – 129,2 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Предмет изучения и методы теории управления								
1.1 Классификация систем управления. Общие принципы управления	4	4			1,2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительных материалов по теме	Устный опрос	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2
1.2 История развития теории и техники управления		2			2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительных материалов по теме	Устный опрос	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу		6			3,2			
2. Теория линейных систем автоматического								
2.1 Определение линейной системы. Системы управления по рассогласованию	4	2			8	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительных материалов по теме	Устный опрос	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2

2.2 Статика линейных систем	2	4		8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по работе №2. Статические характеристики элементов и систем автоматического управления. Выполнение индивидуального задания в контрольной работе	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2
2.3 Обзор типовых динамических звеньев	2	10		10	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительных материалов по теме	Устный опрос	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2
2.4 Понятие передаточной функции и структурные преобразования систем управления	2			8	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительных материалов по теме	Устный опрос	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2
2.5 Моделирование работы систем управления	2	4		12	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по работе №1. Применение системы компьютерной математики для расчета линейных систем управления	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2
2.6 Переходная и импульсная характеристика. Определение параметров модели по экспериментальным характеристикам	2	10		8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по работе №3. Переходные функции элементов систем автоматического управления. Выполнение индивидуального задания в контрольной работе	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2
2.7 Показатели качества регулирования	2	4		8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по работе №4. Выбор типа регулятора и его ручная настройка в системе автоматического управления	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2

2.8 Ручная настройка регулятора		2			8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по работе №4. Выбор типа регулятора и его ручная настройка в системе автоматического управления	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2
2.9 Частотные характеристики		2	8		8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по работе №5. Частотные характеристики элементов систем автоматического управления	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2
2.10 Настройка регулятора на технический оптимум		2	4		8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе. Подготовка и выполнение индивидуального задания по контрольной работе	Устный опрос по работе №6. Настройка регулятора на технический оптимум. Опрос по выполненной самостоятельной работе «Определение математической модели объекта управления и разработка системы автоматического управления с использованием типовых законов управления». Выполнение индивидуального задания в контрольной работе	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2
2.11 Настройка регулятора на симметричный оптимум		2	4		8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по работе №7. Настройка регулятора на симметричный оптимум	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2

2.12 Точность систем автоматического управления. Астатические системы. Порядок астатизма				8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по работе №8. Статические и динамические ошибки управления	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2
2.13 Настройка регулятора с применением эталонных полиномов Ньютона и Баттерворта				8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по работе №9. Настройка регулятора с применением эталонных полиномов Ньютона и Баттерворта	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2
2.14 Устойчивость линейных систем. Критерии устойчивости		3		8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по работе №10. Частотные методы анализа устойчивости автоматических систем и построение переходных процессов	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2
2.15 Модальное управление				8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по работе №11. Исследование разомкнутой линейной системы	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2
Итого по разделу	28	51		126			
Итого за семестр	34	51		129,2		зач	
Итого по дисциплине	70	51		129,2		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Теория автоматического управления» используются:

Традиционные образовательные технологии – информационная лекция (вводную лекцию, где дает первое представление о предмете и знакомство студентов с назначением и задачами курса); лекции – консультации, изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы; лабораторные работы.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; лабораторные работы с использованием проблемного обучение, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – в ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (лекции-визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Лабораторные и практические занятия проводятся в интерактивной форме с использованием следующих методов интерактивного обучения:

- актуализация познавательной деятельности учащихся путем побуждения к осмыслению логики и последовательности проведения научного исследования, к выделению в нем главных и наиболее существенных этапов; при этом определяется конечная цель исследования, а пути его проведения и формы представления результата обучающийся выбирает сам;

- отсутствие жестко регламентированного порядка выполнения работы по обработке исходных и экспериментальных данных, когда студент оперирует вспомогательной информацией о способах поиска необходимых программных средств, функций, протоколов передачи и обработки данных, что вырабатывает способность к познанию;

- при постановке и анализе результатов исследования для достижения поставленных целей обучающиеся должны делать сравнения, сопоставлять новые факты, приемы использованные другими участниками группы, обращать внимание на причины, вызывающие то или иное явление и быть способными продемонстрировать индивидуальность своего подхода к решению задачи;

- проведение занятий в форме поиска причин допущенных ошибок при проведении исследования, причин несовпадения результатов с полученными другими группами обучающихся, побуждение к стремлению находить и устранять чужие и свои ошибки.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке в процессе выполнения контрольных работ, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- использование электронного демонстрационного материала по современной измерительной технике;

- использование электронных учебников по отдельным темам занятий;

- активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, тестовый опрос, индивидуальная «защита» лабораторных работ и т.д.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 276 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9294-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450559> (дата обращения: 15.04.2024).

2. Коломейцева, М. Б. Системы автоматического управления при случайных воздействиях : учебное пособие для вузов / М. Б. Коломейцева, В. М. Беседин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 104 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11166-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455298> (дата обращения: 15.04.2024).

б) Дополнительная литература:

1. Ягодкина, Т. В. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 470 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06483-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450572> (дата обращения: 15.04.2024).

2. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 331 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01459-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452303> (дата обращения: 15.04.2024).

3. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким, Н. Д. Дмитриева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8603-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452301> (дата обращения: 15.04.2024).

4. Жмудь, В. А. Моделирование и численная оптимизация замкнутых систем автоматического управления в программе VisSim : учебное пособие / В. А. Жмудь. - Новосибирск : НГТУ, 2016. - 124 с. - ISBN 978-5-7782-2103-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546586> (дата обращения: 13.05.2023). - Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Рябчиков М. Ю. Теория автоматического управления: статистическая динамика линейных систем, нелинейные и дискретные системы : практикум [для вузов] / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2023. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/21445> (дата обращения: 15.04.2024). - Текст : электронный.

2. Рябчиков М. Ю. Теория автоматического управления: линейные системы : учебное пособие [для вузов] / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2022. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20301> (дата обращения: 15.04.2024). - ISBN 978-5-9967-2508-3. - Текст : электронный.

3. Рябчиков М. Ю. Самонастройка в системах управления технологическими процессами: теория и практика : учебное пособие [для вузов] / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2750> (дата обращения: 15.04.2024. - ISBN 978-5-9967-1801-6. - Текст : электронный.

4. Рябчиков М. Ю. Статистическая динамика систем управления : учебное пособие / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 110 с. : ил., табл., схемы, граф., гистогр. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20832> (дата обращения: 15.04.2024. - ISBN 978-5-9967-0868-0. - Текст : непосредственный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Scilab Computation Engine	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services,	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	https://arch.neicon.ru/xmlui/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	https://bdu.fstec.ru/?ysclid=lujkqy7cnw630508962
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный	https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-tzi?ysclid=lujknksfy724757053
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	https://www.nature.com/siteindex
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Архив научных журналов «Национальный	http://ecsocman.hse.ru/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Информационная система – Нормативные правовые акты,	http://www1.fips.ru/

Информационная система - Банк данных угроз безопасности информации ФСТЭК России	https://scholar.google.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://elibrary.ru/project_risc.asp
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://dlib.eastview.com/
база данных патентного поиска - база данных Orbit Premium edition	https://www.orbit.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд. 437)
Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ и практических занятий:
компьютерный класс (ауд. 448)
Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 448)
Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
4. Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций (ауд. 448)
Доска, мультимедийный проектор, экран
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (ауд. 445)
Стеллажи для хранения учебно-методической документации

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теория автоматического управления»

По дисциплине «Теория автоматического управления» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение и защиту лабораторных и практических работ, решение индивидуальных задач.

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
<p align="center">№1. Статические характеристики элементов и систем автоматического управления</p>	<p>Что понимается под статической характеристикой элемента и как она определяется экспериментально?</p> <p>Что такое передаточный коэффициент линейного элемента?</p> <p>Какие Вы знаете статические характеристики у объекта управления и как их определить экспериментально?</p> <p>Дайте определение для передаточных коэффициентов k_{of} и k_{ou} ?</p> <p>Из каких элементов состоит статическая система управления и как следует эти элементы соединить между собой?</p> <p>Из каких элементов состоит астатическая система управления и как следует эти элементы соединить между собой?</p>
<p align="center">№2. Переходные функции элементов систем автоматического управления</p>	<p>Что понимается под переходной функцией, типы переходных функций, их экспериментальное определение.</p> <p>Как определить параметра k, T передаточной функции инерционного звена по переходной функции?</p> <p>Как определить параметра k, T, ξ передаточной функции колебательного звена по переходной функции?</p> <p>Как определить параметра k, T_1, T_2 передаточной функции инерционного звена второго порядка по переходной функции?</p> <p>Напишите передаточную функцию разомкнутой и замкнутой системы для заданной структуры системы.</p>
<p align="center">№3. Частотные характеристики</p>	<p>Как найти коэффициент усиления в установившемся режиме по АЧХ?</p>

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
элементов систем автоматического управления	<p>Что такое частотная характеристика?</p> <p>Что такое частота среза системы?</p> <p>Приведите пример вида амплитудных частотных характеристик типовых звеньев САУ.</p> <p>Что такое резонансная частота системы?</p> <p>Как получить выражения частотных характеристик по передаточной функции?</p> <p>Как экспериментально получить частотные характеристики?</p>
<p>№4. Выбор типа регулятора и его настройка в системе автоматического управления (порядок выполнения представлен в [1] раздела методических указаний)</p>	<p>Чем следует руководствоваться при выборе вида регулятора и закона регулирования?</p> <p>Перечислите правила, по которым проводится подстройка параметров регулятора в окрестностях оптимального режима.</p> <p>Как вручную настроить регулятор, не имея никакой предварительной информации об области оптимальных значений параметров настройки регулятора?</p> <p>Перечислите основные особенности различного вида приводов.</p> <p>Укажите основные причины необходимости перенастройки средств регулирования.</p> <p>В чем отличие приведения к единице передаточной функции системы и амплитудной характеристики системы?</p> <p>Как сформировать регулятор в системе с прямым разомкнутым управлением?</p> <p>Выведите выражение для расчета параметров интегрального регулятора, управляющего инерционным объектом путем приведения к единице амплитудной характеристики замкнутой системы. Какие допущения при этом следует сделать?</p> <p>Запишите эталонное выражение разомкнутой системы, настроенной на технический оптимум.</p> <p>Запишите эталонное выражение разомкнутой системы, настроенной на симметричный оптимум.</p> <p>Приведите эталонный вид логарифмической амплитудной</p>

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	<p>характеристики системы, настроенной на симметричный оптимум.</p> <p>Приведите пример объекта без самовыравнивания.</p> <p>Как обеспечить приведение передаточной функции системы к эталонному виду? Приведите пример.</p>
<p>№5. Статические и динамические ошибки управления</p>	<p>Как сформировать ступенчатое, линейное и параболическое входное воздействие?</p> <p>Как на модели реализовать систему с астатизмом нулевого порядка и как она обрабатывает ступенчатое, линейное и квадратичное входное воздействие?</p> <p>Как на модели реализовать систему с астатизмом первого порядка и как она обрабатывает ступенчатое, линейное и квадратичное входное воздействие?</p> <p>Как на модели реализовать систему с астатизмом второго порядка и как она обрабатывает ступенчатое, линейное и квадратичное входное воздействие?</p> <p>Выпишите формулу для расчёта установившейся ошибки. Как она зависит от передаточного коэффициента разомкнутой системы.</p>
<p>№6. Частотные методы анализа устойчивости автоматических систем и построение переходных процессов</p>	<p>Напишите передаточную функцию системы управления с отрицательной обратной связью, пропорциональным регулятором и моделью объекта из трех инерционных звеньев первого порядка.</p> <p>Выведите формулы для амплитудной и фазовой частотных характеристик разомкнутой системы с пропорциональным регулятором и инерционным объектом.</p> <p>Как по нормированной АФЧХ разомкнутой системы найти критический передаточный коэффициент.</p> <p>Сформулируйте частотный критерий устойчивости Найквиста и алгебраический критерий Гурвица.</p> <p>Как по передаточной функции разомкнутой системы найти характеристический многочлен замкнутой САУ?</p>

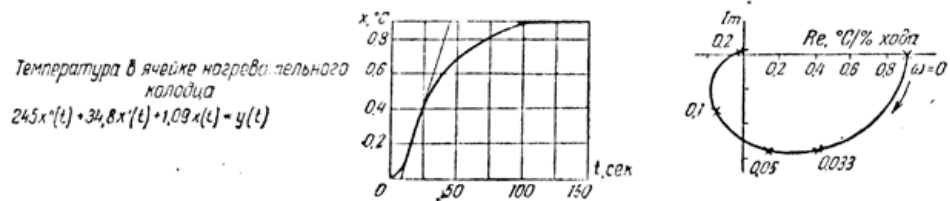
Примеры вариантов заданий на самостоятельную работу

Определение математической модели объекта управления и разработка системы автоматического управления с использованием типовых законов управления

Вид математической модели и экспериментальные данные по переходной функции объекта выдаются преподавателем индивидуально каждому студенту. При выполнении работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности его выполнения:

1. По заданной переходной функции объекта управления определить параметры математической модели первого и второго порядка.
2. Найти интегральное квадратичное отклонение переходных функций построенных по модели, от переходных функций объекта. Выбрать наилучшую модель.
3. По выбранной математической модели объекта построить его АФЧХ. Объект следует представить в виде последовательного соединения типовых звеньев.
4. Исходя из требования настройки на технический оптимум или симметричный оптимум, выбрать закон управления для каждого типа модели и рассчитать параметры настройки регулятора.
5. Выполнить моделирование переходных процессов при использовании регуляторов с найденными параметрами и сравнить качество переходных процессов с типовым.

Образец задания на самостоятельную работу:

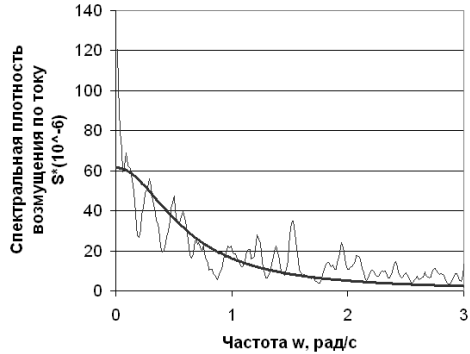


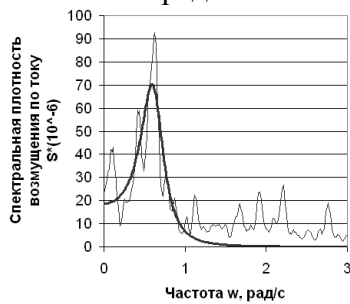
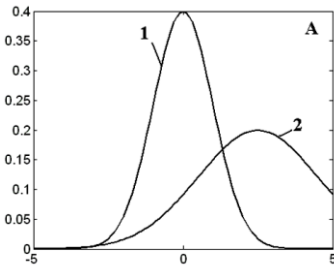
**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
«Теория автоматического управления»**

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-3: Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности		
ОПК-3.1	Выполняет абстрактное описание системы или объекта автоматизации в терминах и понятиях теории управления	<p align="center"><i>Теоретические вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что понимается под статической характеристикой элемента и как она определяется экспериментально? 2. Что такое передаточный коэффициент линейного элемента? 3. Какие Вы знаете статические характеристики у объекта управления и как их определить экспериментально? 4. Дайте определение для передаточных коэффициентов $k_{оф}$ и $k_{ои}$? 5. Из каких элементов состоит статическая система управления и как следует эти элементы соединить между собой? 6. Из каких элементов состоит астатическая система управления и как следует эти элементы соединить между собой? 7. Чем следует руководствоваться при выборе вида регулятора и закона регулирования? 8. Перечислите правила, по которым проводится подстройка параметров регулятора в окрестностях оптимального режима. 9. Как вручную настроить регулятор, не имея никакой предварительной информации об области оптимальных значений параметров настройки регулятора? 10. Перечислите основные особенности различного вида приводов. 11. Укажите основные причины необходимости перенастройки средств регулирования. 12. Как найти коэффициент усиления в установившемся режиме по АЧХ?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>13. Что такое частотная характеристика?</p> <p>14. Что такое частота среза системы?</p> <p>15. Приведите пример вида амплитудных частотных характеристик типовых звеньев САУ.</p> <p>16. Что такое резонансная частота системы?</p> <p>17. Как получить выражения частотных характеристик по передаточной функции?</p> <p>18. Как экспериментально получить частотные характеристики?</p> <p>19. В чем отличие приведения к единице передаточной функции системы и амплитудной характеристики системы?</p> <p>20. Как сформировать регулятор в системе с прямым разомкнутым управлением?</p> <p>21. Выведите выражение для расчета параметров интегрального регулятора, управляющего инерционным объектом путем приведения к единице амплитудной характеристики замкнутой системы. Какие допущения при этом следует сделать?</p> <p>22. Запишите эталонное выражение разомкнутой системы, настроенной на технический оптимум.</p> <p>23. Запишите эталонное выражение разомкнутой системы, настроенной на симметричный оптимум.</p> <p>24. Приведите эталонный вид логарифмической амплитудной характеристики системы, настроенной на симметричный оптимум.</p> <p>25. Приведите пример объекта без самовывравнивания.</p> <p>26. Как обеспечить приведение передаточной функции системы к эталонному виду? Приведите пример.</p> <p>27. Как сформировать ступенчатое, линейное и параболическое входное воздействие?</p> <p>28. Как на модели реализовать систему с астатизмом нулевого порядка и как она обрабатывает ступенчатое, линейное и квадратичное входное воздействие?</p> <p>29. Как на модели реализовать систему с астатизмом первого порядка и как она обрабатывает ступенчатое, линейное и квадратичное входное воздействие?</p> <p>30. Как на модели реализовать систему с астатизмом второго порядка и как она обрабатывает ступенчатое, линейное и</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>квадратичное входное воздействие?</p> <p>31. Выпишите формулу для расчёта установившейся ошибки. Как она зависит от передаточного коэффициента разомкнутой системы.</p>
ОПК-3.2	<p>Решает базовые задачи управления в технических системах с использованием фундаментальных знаний с целью совершенствования в профессиональной деятельности</p>	<p>Практические задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Реализуйте типовые динамические звенья в SimInTech. 2. В среде SimInTech реализуйте систему управления с двумя степенями свободы. 3. Аппроксимируйте заданную экспериментальную спектральную плотность зависимостью $S(\omega) = \frac{2DT}{1 + \omega^2 T^2}$ в среде excel.  <ol style="list-style-type: none"> 4. С использованием среды SimInTech оцените влияние параметров настройки регулятора на среднее значение квадрата ошибки регулирования в заданном контуре управления. 5. Постройте амплитудную характеристику инерционного звена первого порядка в среде SimInTech. 6. Найдите корни заданного характеристического уравнения в среде SimInTech. 7. Для системы с отрицательной обратной связью, интегральным регулятором и инерционным объектом выведите общую передаточную функцию системы. Реализуйте обе структуры моделей системы в SimInTech и сравните их переходные характеристики. Реализуйте модель исполнительного механизма постоянной скорости в среде

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>SimInTech с применением типовых динамических и нелинейных звеньев.</p> <p>8. Реализовать модель авторегрессии в среде Excel с заданными параметрами $AR1 = 0,9$; $AR2 = 0,5$.</p> <p>9. Выполните моделирование работы системы управления с интегральным регулятором и передаточной функцией объекта $H(s)=1/(2s+1)$ при действии возмущений в форме белого шума по каналу управления в среде SimInTech.</p> <p>10. Аппроксимируйте заданную экспериментальную спектральную плотность наиболее подходящей зависимостью в среде excel.</p>  <p>11. Выполните моделирование реализации случайной величины с заданным законом распределения в среде excel.</p>  <p>12. В среде SimInTech выполните ручную настройку ПИД регулятора одним из типовых методов. Объектом является последовательное соединение инерционного звена с постоянной времени 5с и звена запаздывания с постоянной времени 2с.</p> <p>13. С применением SimInTech настройте модель объекта по заданной переходной характеристике</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-4: Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов		
ОПК-4.1	Осуществляет выбор показателей и средств для оценки эффективности и надежности систем управления	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое характеристическое уравнение? 2. Как расположены корни биномиального характеристического полинома? 3. Как расположены корни характеристического полинома Баттерворта? 4. Приведите примеры характеристических полиномов Ньютона и Баттерворта первого и второго порядков. 5. Показатели качества систем с типовыми характеристическими полиномами. 6. Как связаны нормированное и фактическое время переходного процесса? 7. Что такое среднегеометрический корень характеристического полинома? 8. Напишите передаточную функцию системы управления с отрицательной обратной связью, пропорциональным регулятором и моделью объекта из трех инерционных звеньев первого порядка. 9. Выведите формулы для амплитудной и фазовой частотных характеристик разомкнутой системы с пропорциональным регулятором и инерционным объектом. 10. Как по нормированной АФЧХ разомкнутой системы найти критический передаточный коэффициент. 11. Сформулируйте частотный критерий устойчивости Найквиста и алгебраический критерий Гурвица. 12. Как по передаточной функции разомкнутой системы найти характеристический многочлен замкнутой САУ? 13. Что такое модель в пространстве состояний? 14. Что такое нули и полюса передаточной функции? 15. Какие статистические оценки качества данных Вы знаете?
ОПК-4.2	Производит оценку эффективности и надежности систем	<p>Практические задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Каково минимальное значение общего коэффициента усиления системы, чтобы

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>управления по методикам, разработанным на основе математических методов</p>	<p>относительное значение ошибки регулирования относительно задания не превышало 5%?</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. На входе системы с астатизмом первого порядка и добротностью по скорости $K = 2$ действует линейно-нарастающее воздействие $g(t) = bt$. Определить величину установившейся ошибки. 3. Устойчива ли система с характеристическим уравнением $4s^2 + 8s - 1$? 4. Какой вид будет иметь результирующая передаточная функция при последовательном соединении двух звеньев с передаточными функциями $H_1(s) = 1/(2s+1)$ и $H_2(s) = s+1$? 5. Передаточная функция разомкнутой системы $W_p = s^2$. Найдите передаточную функцию по ошибке для замкнутой системы с отрицательной обратной связью. 6. Составьте структурную схему модели системы управления инерционным объектом с использованием ПИ-регулятора и исполнительного механизма постоянной скорости. 7. Рассчитайте параметры переходного режима на фазовой плоскости при управлении объектом с передаточной функцией $1/(p^*(p+1))$ с использованием идеального реле. Параметры реле и начальное состояние процесса принять произвольно. 8. Для объекта с передаточной функцией $1/((2p+1)*(5p+1))$ выберите оптимальный регулятор с позиции настройки на технический оптимум и составьте структурную схему для реализации регулятора в математическом редакторе. На входе интегрального регулятора с передаточной функцией $1 / (T_i s)$ действует постоянный сигнал $g = 1$. Выход регулятора в начальный момент времени равен нулю. $T_i = 2$. Определить значение выхода регулятора через две секунды.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория автоматического управления» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой и экзамена.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой и экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.