

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.19 Теория автоматического управления

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах
(код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль): Техническая кибернетика и информатика
(наименование профиля подготовки)

Программа: Бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

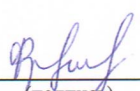
Форма обучения: Очная, очно-заочная, заочная
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения	Очная	Очно- заочная	Заочная
Семестр	5, 6, 7	6, 7, 8	6, 7, 8
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	12,5/450	12,5/450	12,5/450
Контактная работа (час.), в том числе:	198	92	59
лекции (час.)	85 34+34+17	32 12+8+12	16 6+4+6
лабораторные работы (час.)	51 17+17+17	28 12+8+8	14 6+4+4
практические (семинарские) занятия (час.)	51 17+17+17	16 4+8+4	8 2+4+2
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	216 92+36+88	322 130+78+114	337 142+71+124
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	7/36	8/36	8/36
Контроль (экзамен, час./зачёт)	зачет/ экзамен, 36/ зачет	зачет/ экзамен, 36/ зачет	зачет/ экзамен, 54/ зачет

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Теория автоматического управления» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (направленность (профиль) – Техническая кибернетика и информатика) для 2023 года приёма по очной, очно-заочной, заочной формам обучения.

Составитель:

доцент кафедры автоматики и телекоммуникаций, к.т.н., доцент _____  Федюн Р.В.
(подпись)


Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры автоматизации и телекоммуникаций.

Протокол от «29» 03 2023 года № 4.

Заведующий кафедрой _____  Турупалов В.В.
(подпись)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах.

Протокол от «29» 03 2023 года № 4.

Председатель _____  Суков С.Ф.
(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры автоматизации и телекоммуникаций.

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры автоматизации и телекоммуникаций.

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры автоматизации и телекоммуникаций.

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы теоретических основ анализа, синтеза и проектирования систем автоматического управления (САУ) различными техническими устройствами, объектами и технологическими процессами.

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов знаний, умений и навыков в области решения задач анализа и синтеза систем автоматического управления, разработки алгоритмов функционирования автоматических систем, необходимых при проектировании, исследовании, производстве и эксплуатации систем и средств автоматизации и управления, обеспечивающих качественную подготовку бакалавров по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (направленность (профиль) – Техническая кибернетика и информатика).

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- основные методы математического описания звеньев САУ и их соединений;
- основные статические и динамические характеристики объектов управления, измерительных элементов и исполнительных устройств;
- средства описания разомкнутых и замкнутых систем на базе частотных и временных характеристик;
- методы анализа устойчивости и качества замкнутых САУ;
- методы учета влияния изменения параметров САУ на ее устойчивость и качество;
- методы анализа и синтеза САУ по заданным показателям качества;

уметь:

- выполнять линеаризацию уравнений динамики звеньев САУ;
- составлять структурные схемы разомкнутых и замкнутых САУ;
- пользоваться методами анализа и критериям устойчивости при оценке устойчивости и качества САУ;
- оценивать статические и динамические свойства САУ;
- проводить анализ качества систем управления;
- выполнять коррекцию и синтез САУ различными методами;
- производить необходимые расчеты в процессе разработки САУ;
- выполнять экспериментальные исследования САУ и их элементов.

владеть:

- методами анализа линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных систем автоматического управления;
- навыками проектирования систем автоматического управления;
- методами синтеза систем автоматического управления.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики

(ОПК-1);

- способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) (ОПК-2);

- способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов (ОПК-4);

- способен разрабатывать и использовать алгоритмы и программы, современные информационные технологии, методы и средства контроля, диагностики и управления, пригодные для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-6);

- способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления (ОПК-7);

- способен выполнять наладку измерительных и управляющих средств и комплексов, осуществлять их регламентное обслуживание (ОПК-8);

- способен осуществлять проектирование систем автоматизации и управления техническими объектами и процессами в соответствии с техническим заданием (ПК-2);

- способен к участию в работах по изготовлению, отладке и сдаче в эксплуатацию систем и средств автоматизации и управления (ПК-5);

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (направленность (профиль) – Техническая кибернетика и информатика): «Высшая математика», «Физика», «Основы дискретной математики», «Теория электрических цепей», «Теория систем и системный анализ», «Введение в специальность», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Численные методы», «Математические модели объектов и систем автоматизации», «Цифровая обработка сигналов».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении следующих дисциплин: «Технические средства автоматизации и управления», «Моделирование систем управления»; «Проектирование систем автоматизации», а также при выполнении научно-исследовательской работы студентов, при прохождении учебной, производственной и преддипломной практик, при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/очно-заочная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СР
Тема 1. Введение в дисциплину	4/4/4	1/-/-	-/-/-	-/-/-	3/4/4
Тема 2. Основные понятия и определения	4/4/5	1/-/-	-/-/-	-/-/-	3/4/4
Тема 3. Принципы построения автоматических систем	4/4/4	2/-/-	-/-/-	-/-/-	2/4/4
Тема 4. Общая характеристика линейных автоматических систем	10/10/10	2/-/-	2/-/-	-/-/-	6/10/10
Тема 5. Методы математического описания систем управления	28/30/30	4/2/1	4/2/1	6/4/2	14/22/26
Тема 6. Типовые динамические звенья непрерывных САУ	12/12/12	4/2/1	-/-/-	-/-/-	8/10/11
Тема 7. Преобразование структурных схем САУ	12/20/18	2/2/1	2/2/1	-/-/-	8/16/16
Тема 8. Устойчивость линейных непрерывных систем	31/22/22	8/2/1	5/-/-	2/2/1	16/18/20
Тема 9. Оценка точности линейных систем	27/30/30	4/2/1	4/-/-	4/4/2	15/24/27
Тема 10. Оценка качества линейных систем	19/22/22	6/2/1	-/-/-	3/2/1	10/18/20
Тема 11. Коррекция автоматических систем	26/24/19	8/2/1	4/2/1	4/2/1	10/18/16
Тема 12. Синтез линейных систем автоматического управления	32/32/26	10/2/1	4/2/1	6/2/1	12/26/23
Тема 13. Нелинейные системы автоматического управления и методы их исследования	36/36/31	8/2/1	9/4/2	7/4/2	12/26/26
Тема 14. Коррекция и синтез нелинейных систем автоматического управления	14/10/7	8/2/1	-/-/-	-/-/-	6/8/6
Тема 15. Элементы современной теории автоматического управления.	58/54/54	6/6/3	17/4/2	5/4/2	30/40/47
Тема 16. Дискретные системы автоматического управления.	50/48/46	11/6/3	-/-/-	12/4/2	27/38/41
Контактная работа (дополнительная)	11/16/21	-	-	-	-
Курсовое проектирование	36/36/36	-	-	-	36/36/36
Итого по видам занятий	414/414/ 396	85/32/16	51/16/8	51/28/14	216/322/ 337
Контроль	36/36/54				
ИТОГО:	450				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ОПК-1	Темы 1-10, 13
ОПК-2	Темы 1-16
ОПК-4	Темы 5-10, 15, 16
ОПК-6	Темы 9-12, 14, 15
ОПК-7	Темы 8-14
ОПК-8	Темы 8-14
ПК-2	Темы 1-16
ПК-5	Темы 1-16

3.2. Лекции

Тема 1. *Введение в дисциплину.*

Содержание темы 1:

Введение. Задачи курса ТАУ. Рабочая программа курса. Обзор содержания лекций, лабораторных работ, практических занятий. Основная и дополнительная литература. Задачи автоматизации объектов.

Литература к теме 1: [1, 4]

Тема 2. *Основные понятия и определения.*

Содержание темы 2:

Понятие об автоматическом регулировании и управлении. Управляющее автоматическое устройство и регулятор. Определение автоматической системы. Входные и выходные переменные. Обратная связь и ее значение. Управляемые и регулируемые переменные. Понятие об управляющих и возмущающих воздействиях.

Литература к теме 2: [1, 4]

Тема 3. *Принципы построения автоматических систем.*

Содержание темы 3:

Принцип разомкнутого регулирования. Принцип обратной связи. Принцип компенсации возмущающих воздействий. Комбинированное регулирование. Разомкнутые и замкнутые автоматические системы.

Литература к теме 3: [1, 4]

Тема 4. *Общая характеристика линейных автоматических систем.*

Содержание темы 4:

Принципы классификации автоматических систем. Функциональные схемы систем автоматического управления и классификация основных элементов автоматических систем по их назначению. Алгоритмическая структура САУ. Режимы работы систем управления.

Литература к теме 4: [1, 4]

Тема 5. *Методы математического описания систем управления.*

Содержание темы 5:

Дифференциальные уравнения. Линеаризация дифференциальных уравнений. Временные характеристики систем управления: переходная характеристика и им-

пульсная переходная характеристика (весовая характеристика). Преобразование по Лапласу для исследования САУ. Определение передаточной функции. Особенности и свойства передаточных функций линейных систем. Частотные характеристики САУ. Экспериментальное и аналитическое определение частотных характеристик. Логарифмические частотные характеристики.

Литература к теме 5: [1, 4]

Тема 6. *Типовые динамические звенья непрерывных САУ.*

Содержание темы 6:

Характеристики инерционного звена первого порядка. Характеристики интегрирующих звеньев. Дифференциальные звена и их характеристики. Инерционные звенья второго порядка: колебательное звено, апериодическое звено второго порядка, идеальное колебательное (консервативное) звено. Характеристики звена запаздывания. Форсирующие звенья.

Литература к теме 6: [1, 4]

Тема 7. *Преобразование структурных схем САУ.*

Содержание темы 7:

Передаточные функции и частотные характеристики типовых соединений элементов САУ. Правила преобразования структурных схем. Передаточные функции и уравнения динамики типичной одноконтурной системы.

Литература к теме 7: [1, 4]

Тема 8. *Оценка точности линейных систем.*

Содержание темы 8:

Общие понятия о точности САУ. Статическая точность. Динамическая точность. Метод коэффициентов ошибок. Точность при гармоническом воздействии.

Литература к теме 8: [1, 4]

Тема 9. *Устойчивость линейных непрерывных систем.*

Содержание темы 9:

Основные понятия и определения устойчивости автоматических систем. Связь устойчивости с корнями характеристического уравнения системы. Устойчивость линеаризованной системы «в малом» и «в большом». Теорема А.М. Ляпунова. Критерии устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости Рауса и Гурвица. Частотные критерии устойчивости А.В. Михайлова и Найквиста. Оценка устойчивости систем по логарифмическим частотным характеристикам. Критический коэффициент усиления. Структурная устойчивость. Влияние параметров на устойчивость автоматических систем. Построение областей устойчивости автоматических систем. Устойчивость систем с запаздыванием.

Литература к теме 9: [1, 4]

Тема 10. *Оценка качества линейных систем.*

Содержание темы 10:

Прямые методы оценки качества по кривым переходных процессов. Показатели качества переходных процессов при ступенчатых воздействиях: основные и дополнительные показатели качества. Косвенные методы оценки качества переходных процессов. Корневые оценки качества. Интегральные оценки. Частотные методы оценки качества по действительной частотной характеристике. Частотные

методы оценки качества по логарифмическим частотным характеристикам. Оценка чувствительности САУ. Понятие о робастности САУ.

Литература к теме 10: [1, 5]

Тема 11. *Коррекция автоматических систем.*

Содержание темы 11:

Обеспечение заданного качества процессов управления. Методы повышения точности систем. Место включения корректирующих устройств. Типовые корректирующие устройства и их реализация. Схемы последовательной коррекции. Схемы параллельной коррекции. Коррекция систем на основе частотных характеристик. Обратная связь, стабилизация. Распределение собственных чисел и стабилизация. Жесткие, гибкие и смешанные связи и их влияние на характеристики охваченных звеньев. Влияние дополнительных обратных связей на работу автоматических систем.

Литература к теме 11: [1, 5]

Тема 12. *Синтез линейных систем автоматического управления.*

Содержание темы 12:

Общие принципы синтеза алгоритмической структуры системы. Идеальная структура системы управления. Идеальный регулятор для объектов с запаздыванием. Синтез системы управления с желаемыми динамическими свойствами. Синтез систем с апериодической реакцией. Системы с предварительным фильтром. Синтез с применением аналитических методов. Инвариантность. Принцип инвариантности систем. Формы инвариантности. Принцип двухканальности. Комбинированный принцип регулирования. Автономность систем автоматического управления. Типовые законы управления. Основные законы регулирования и типовые регуляторы. Выбор закона управления с обратной связью. Введение производных и интеграла в закон управления.

Литература к теме 12: [1, 5]

Тема 13. *Нелинейные системы автоматического управления и методы их исследования.*

Содержание темы 13:

Определение и особенности нелинейных систем. Статические и динамические нелинейности. Характеристики типовых нелинейных элементов. Фазовое пространство и фазовая плоскость. Изображение движения в фазовой плоскости. Особые точки и фазовые портреты нелинейных систем. Представление переходных процессов на фазовой плоскости. Метод гармоничной линеаризации. Исследование устойчивости методом гармонической линеаризации. Исследование устойчивости нелинейных систем. Устойчивость в малом, большом и в целом. Частотный критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова.

Литература к теме 13: [2, 4]

Тема 14. *Коррекция и синтез нелинейных систем автоматического управления.*

Содержание темы 14:

Методы устранения негативного влияния нелинейных элементов. Устранение негативного влияния нелинейных элементов за счет изменения параметров линейной части. Компенсация влияния нелинейности. Линейная коррекция нели-

нейных систем. Нелинейные корректирующие устройства. Псевдолинейные корректирующие устройства. Нелинейные законы управления. Функциональные нелинейные законы регулирования. Логические нелинейные законы регулирования. Оптимизирующие нелинейные законы управления. Нелинейные законы наведения.

Литература к теме 14: [2, 4]

Тема 15. *Элементы современной теории автоматического управления.*

Содержание темы 15:

Понятие состояния системы. Математическое описание систем методом пространства состояний. Математическая модель динамики системы в форме уравнений состояния. Переход от передаточной функции линейной системы к ее дифференциальному уравнению. Методика представления дифференциального уравнения n -го порядка в виде n дифференциальных уравнений первого порядка. Уравнение состояния одномерных и многомерных динамических систем. Матричная передаточная функция одномерной и многомерной системы и способы ее получения. Понятие управляемости и наблюдения автоматических систем. Критерии управляемости и наблюдаемости динамических систем. Каноническая форма управляемости непрерывной системы. Каноническая форма наблюдаемости непрерывной системы. Дуальная связь между каноническими формами управляемости и наблюдательности.

Литература к теме 15: [1, 4]

Тема 16. *Дискретные системы автоматического управления.*

Содержание темы 16:

Математический аппарат исследования дискретных. Решетчатые функции. Конечные суммы и конечные разности. Разностные уравнения. Дискретное преобразование Лапласа. Z -преобразование. Билинейное w -преобразование. Математическое описание дискретных систем. Эквивалентная схема дискретной системы. Передаточная функция формирующего элемента. Дискретная передаточная функция. Структурные схемы и передаточные функции дискретных систем. Частотные характеристики дискретных систем управления. Устойчивость линейных дискретных систем. Необходимое и достаточное условие устойчивости дискретных систем. Алгебраические критерии устойчивости и особенности их применения. Частотные критерии устойчивости дискретных систем. Качество дискретных систем. Оценка качества по кривой переходного процесса. Косвенные методы оценки качества дискретных линейных систем.

Литература к теме 16: [3, 6]

3.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/очн- заоч/заочн	Литера- тура
1	2	3	4
1	Изучение принципа действия систем автоматического управления и составления их функциональных схем	2/0/0	[1, 4, 7]
2	Составление и линеаризация дифференциальных уравнений элементов и систем управления. Определение передаточных функций.	2/0/0	[1, 4, 7]
3	Временные и частотные характеристики САУ	2/2/1	[1, 4, 7]
4	Преобразование структурных схем САУ	2/2/1	[1, 4, 7]
5	Расчет точности САУ при различных входных воздействиях	2/0/0	[1, 4, 7]
6	Определение коэффициентов ошибок в САУ	2/0/0	[1, 4, 7]
7	Расчет устойчивости САУ по алгебраическим критериям устойчивости	2/0/0	[1, 4, 7]
8	Расчет устойчивости САУ по частотным критериям устойчивости	3/0/0	[1, 4, 7]
9	Коррекция САУ методом логарифмических частотных характеристик	4/2/1	[1, 5, 8]
10	Синтез линейных систем управления с использованием аналитических методов	4/2/1	[1, 5, 8]
11	Построение фазовых портретов и исследование нелинейных САУ методом фазовой плоскости	4/2/1	[2, 4, 8]
12	Расчет автоколебаний в нелинейной САУ методом гармонической линеаризации	3/2/1	[2, 4, 8]
13	Расчет устойчивости нелинейных систем с помощью частотного критерия абсолютной устойчивости В.М.Попова	2/0/0	[2, 4, 8]
14	Получение математического описания объектов и систем управления в пространстве состояний	3/0/0	[1, 4, 9]
15	Вычисление переходной матрицы САУ различными методами	2/0/0	[1, 4, 9]
16	Получение математического описания элементов и систем управления в канонических формах управляемости и наблюдаемости	4/2/1	[1, 4, 9]
17	Вычисление матричной передаточной функции и передаточной функции объекта в пространстве состояний	4/2/1	[1, 4, 9]
18	Получение математических моделей одномерных и многомерных систем автоматического управления	4/0/0	[1, 4, 9]
ИТОГО:		51/16/8	

3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/очн- заоч/заочн	Литера- тура
1	Практическое применение пакета прикладных программ в лабораторных работах по курсу "Теория автоматического управления".	2/0/0	[1, 4, 10]
2	Исследование временных характеристик звеньев линейных САУ	2/2/1	[1, 4, 10]
3	Экспериментальное определение частотных характеристик типовых динамических звеньев	4/2/1	[1, 4, 10]

1	2	3	4
4	Исследование устойчивости линейных систем автоматического управления	2/2/1	[1, 4, 10]
5	Исследование точности линейных систем автоматического управления	4/4/2	[1, 4, 10]
6	Исследование качества переходных процессов в линейной системе автоматического управления	3/2/1	[1, 4, 10]
7	Исследование влияния последовательных корректирующих устройств на качество управления в линейной САУ	4/2/1	[1, 5, 11]
8	Исследование влияния типовых законов регулирования на качество управления в линейной САУ	4/2/1	[1, 5, 11]
9	Экспериментальная настройка типовых регуляторов	2/0/0	[1, 5, 11]
10	Исследование релейных систем автоматического регулирования методом фазовой плоскости	4/2/1	[2, 4, 11]
11	Исследование нелинейных систем автоматического регулирования методом гармонической линеаризации	3/2/1	[2, 4, 11]
12	Получение математического описания в пространстве состояний линейных непрерывных САУ	3/2/1	[1, 4, 12]
13	Исследование канонических форм управляемости и наблюдаемости линейной непрерывной САУ	2/2/1	[1, 4, 12]
14	Моделирование линейных дискретных систем	4/0/0	[3, 6, 12]
15	Исследование устойчивости линейных дискретных систем автоматического управления	4/2/1	[3, 6, 12]
16	Исследование качества управления в линейных дискретных системах управления	4/2/1	[3, 6, 12]
ИТОГО:		51/28/14	

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/очн- заоч/заочн
1	Изучение лекционного материала	80/130/131
2	Подготовка к практическим занятиям	50/60/56
3	Подготовка к лабораторным работам	50/96/96
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	36/36/36
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	-----
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	0/0/18
ИТОГО:		216/322/337

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Учебным планом направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» предусмотрено выполнение курсового проекта по курсу «Теория автоматического управления».

Курсовое проектирование является одним из важнейших этапов изучения студентами дисциплины «Теория автоматического управления» и имеет следующие цели: систематизировать, закрепить, углубить и расширить знания студента в вопросах проектирования систем автоматического управления;

научить студентов самостоятельно пользоваться технической литературой, различного рода справочниками, нормативными материалами и другими пособиями; научить студентов самостоятельно решать задачи, связанные с разработкой и инженерными расчетами систем автоматического управления.

Работа над курсовым проектом является важной составляющей в подготовке студента к выполнению в будущем выпускной квалификационной работы.

Объем учебной нагрузки при выполнении курсового проекта – 36 часов. Рекомендуемый объем пояснительной записки по курсовому проекту – 25-35 страниц формата А4 (210×297 мм). Задание на курсовое проектирование выбирается студентом, согласовывается с преподавателем и выполняется по методическим рекомендациям [13].

Тематика индивидуального задания для заочной формы обучения связана с самостоятельным выполнением расчетных работ по заданию преподавателя.

Объем учебной нагрузки при выполнении одного индивидуального задания – не менее 9 часов.

Индивидуальное задание согласовывается с преподавателем и выполняется по методическим рекомендациям [14]. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию (контрольной работе) – до 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Вопросы к экзамену:

1. Принципы построения систем автоматического управления.
2. Алгоритмическая и функциональная структура САУ.
3. Режимы работы систем управления.
4. Описание САУ дифференциальными уравнениями.
5. Временные характеристики систем управления.
6. Передаточная функция: определение, свойства, особенности.
7. Частотные характеристики САУ.
8. Типовые динамические звенья и их характеристики.
9. Характеристики типовых соединений элементов САУ.
10. Правила преобразования структурных схем.
11. Статическая точность.
12. Динамическая точность.
13. Метод коэффициентов ошибок.
14. Общее условие устойчивости САУ.
15. Алгебраические критерии устойчивости Рауса и Гурвица.
16. Частотные критерии устойчивости Михайлова и Найквиста.
17. Структурная устойчивость САУ.
18. Прямые показатели качества.
19. Косвенные показатели качества.
20. Интегральные оценки качества.
21. Типовые корректирующие устройства и их реализация.
22. Схемы последовательной коррекции.
23. Схемы параллельной коррекции.
24. Коррекция систем на основе частотных характеристик.
25. Обратная связь, стабилизация.
26. Жесткие, гибкие и смешанные связи и их влияние на характеристики охваченных звеньев.
27. Общие принципы синтеза алгоритмической структуры системы.
28. Синтез системы управления с желаемыми динамическими свойствами.

29. Типовые законы управления.
30. Определение и особенности нелинейных систем.
31. Характеристики типовых нелинейных элементов.
32. Метод фазового портрета для анализа нелинейных САУ.
33. Сущность метода гармонической линеаризации.
34. Исследование устойчивости методом гармонической линеаризации.
35. Частотный критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова.
36. Устранение негативного влияния нелинейных элементов за счет изменения параметров линейной части.
37. Компенсация влияния нелинейности.
38. Линейная коррекция нелинейных систем.
39. Нелинейные корректирующие устройства.
40. Псевдолинейные корректирующие устройства.
41. Нелинейные законы управления.
42. Функциональные нелинейные законы регулирования.
43. Логические нелинейные законы регулирования.
44. Оптимизирующие нелинейные законы управления.
45. Нелинейные законы наведения.

Пример экзаменационного билета:

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Программа подготовки: бакалавриат

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль): Техническая кибернетика и информатика

Семестр: 6

Учебная дисциплина: Теория автоматического управления

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Типовые законы управления.
2. Найти передаточную функцию и аналитические выражения для всех частотных характеристик звена, описываемого дифференциальным уравнением:

$$2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + \frac{dy(t)}{dt} = 4x(t)$$

3. Определить параметры режима автоколебаний по логарифмическому критерию Найквиста для системы, линейная часть которой состоит из колебательного звена ($k_1 = 5$; $T_1 = 0,7$ с; $\xi = 0,3$), реального интегрирующего звена ($k_2 = 6$; $T_2 = 1,2$ с;), форсирующего звена ($T_3 = 1,8$ с;), апериодического звена ($k_2 = 2$; $T_2 = 1,5$ с;), а нелинейная – трехпозиционное реле с параметрами: $Ym = 4$; $b = 2$.

Утверждено на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций,
протокол № ___ от __. __. 20__ г.

Зав. кафедрой

Турупалов В.В.

Экзаменатор

Федюн Р.В.

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Теория автоматического управления»

для обучающихся по направлению подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 3 вопроса: один - теоретический вопрос и два практических – две задачи.

Максимальное количество - 8 баллов за теоретический ответ (задание 1 в экзаменационном билете) засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости). Максимальное количество – 18 баллов за каждое практическое задание (задание 2 и задание 3 в экзаменационном билете) засчитывается студенту в случае, если задачи решены верно, обоснованно и рационально. Таким образом, максимальное количество баллов за экзаменационный билет - 44.

В случае если ответ на теоретический вопрос (задание 1) не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов, равное 4. Если задача (задание 2 и задание 3) решена не до конца, не рационально или без обоснования принятых решений и применяемых формул, студенту засчитывается количество баллов, равное 9. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос или решения задачи студент получает 0 баллов.

Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ESTS.

Утверждено на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций,
протокол № __ от __. __.20__ г.

Зав. кафедрой _____ Турупалов В.В.

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Теория автоматического управления» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной и очно-заочной форм обучения осуществляется по результатам выполнения лабораторных работ; студента заочной формы обучения – по результатам выполнения лабораторных работ и контрольной работы в виде индивидуального задания.

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении 5 семестра очной формы обучения (6 семестра очно-заочной и заочной форм обучения) приведено в таблице 1. Форма **промежуточной аттестации** в этих семестрах – **зачет**.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля 5 семестра очной формы обучения (6 семестра очно-заочной и заочной форм обучения)

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	14	Задание выполнено правильно, предложенные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	9	Задание выполнено в целом правильно, предложенные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	84	Из расчёта шести лабораторных работ в семестре. Оценивается выполнение и защита каждой лабораторной работы.
Работа на практическом занятии	2	Самостоятельное правильное полное решение задачи
	1	Самостоятельное неполное решение задачи или правильное решение задачи при помощи преподавателя
Итого по практическим занятиям (максимально возможное)	16	Из расчёта восьми практических занятий в семестре.
ИТОГО:	100	Максимально возможное
Для студентов очно-заочной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	17	Задание выполнено правильно, предложенные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	12	Задание выполнено в целом правильно, предложенные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	85	Из расчёта пяти лабораторных работ в семестре. Оценивается выполнение и защита каждой лабораторной работы.
Работа на практическом занятии	8	Самостоятельное правильное полное решение задачи
	4	Самостоятельное неполное решение задачи или правильное решение задачи при помощи преподавателя
Итого по практическим занятиям (максимально возможное)	16	Из расчёта двух тем практических занятий в семестре.
ИТОГО:	101	Максимально возможное

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов заочной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	10	Задание выполнено правильно, предложенные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	7	Задание выполнено в целом правильно, предложенные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	50	Из расчёта пяти лабораторных работ в семестре. Оценивается выполнение и защита каждой лабораторной работы.
Работа на практическом занятии	8	Самостоятельное правильное полное решение задачи
	4	Самостоятельное неполное решение задачи или правильное решение задачи при помощи преподавателя
Итого по практическим занятиям (максимально возможное)	16	Из расчёта двух тем практических занятий в семестре.
Выполнение контрольной работы (индивидуального задания)	34	При выполнении задания приняты правильные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена без замечаний
	22	Задание выполнено в целом правильно, но решения не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению.
Итого за выполнение контрольной работы (индивидуального задания) (максимально возможное)	34	
ИТОГО:	100	Максимально возможное

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении 6 семестра очной формы обучения (7 семестра очно-заочной и заочной форм обучения) приведено в таблице 2. Форма **промежуточной аттестации** в этих семестрах – **экзамен**.

Таблица 2 – Распределение баллов текущего контроля 6 семестра очной формы обучения (7 семестра очно-заочной и заочной форм обучения)

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	9	Задание выполнено правильно, предложенные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	6	Задание выполнено в целом правильно, предложенные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	44	Из расчёта пяти лабораторных работ в семестре. Оценивается выполнение и защита каждой лабораторной работы.
Работа на практическом занятии	1,5	Самостоятельное правильное полное решение задачи
	0,5	Самостоятельное неполное решение задачи или правильное решение задачи при помощи преподавателя
Итого по практическим занятиям (максимально возможное)	12	Из расчёта восьми практических занятий в семестре.
ИТОГО:	56	Максимально возможное
Для студентов очно-заочной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	11	Задание выполнено правильно, предложенные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	8	Задание выполнено в целом правильно, предложенные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	44	Из расчёта четырех лабораторных работ в семестре. Оценивается выполнение и защита каждой лабораторной работы.
Работа на практическом занятии	3	Самостоятельное правильное полное решение задачи
	1	Самостоятельное неполное решение задачи или правильное решение задачи при помощи преподавателя
Итого по практическим занятиям (максимально возможное)	12	Из расчёта четырех тем практических занятий в семестре.
ИТОГО:	56	Максимально возможное

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов заочной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	6	Задание выполнено правильно, предложенные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	4	Задание выполнено в целом правильно, предложенные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	30	Из расчёта четырех лабораторных работ в семестре. Оценивается выполнение и защита каждой лабораторной работы.
Работа на практическом занятии	4	Самостоятельное правильное полное решение задачи
	2	Самостоятельное неполное решение задачи или правильное полное решение задачи при помощи преподавателя
Итого по практическим занятиям (максимально возможное)	16	Из расчёта четырех тем практических занятий в семестре.
Выполнение контрольной работы (индивидуального задания)	10	При выполнении задания приняты правильные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена без замечаний
	6	Задание выполнено в целом правильно, но решения не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению.
Итого за выполнение контрольной работы (индивидуального задания) (максимально возможное)	10	
ИТОГО:	56	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в 6 семестре очной формы обучения (7 семестре очно-заочной и заочной форм обучения) проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 3 вопроса: один - теоретический вопрос и два практических – две задачи. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 3.

Максимальное количество баллов за теоретический ответ (задание 1 в экзаменационном билете) засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при

необходимости). Максимальное количество баллов за практические задания (задание 2 и задание 3 в экзаменационном билете) засчитывается студенту в случае, если задачи решены верно, обоснованно и рационально.

В случае если ответ на теоретический вопрос (задание 1) не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов, равное 4. Если задача (задание 2 и задание 3) решена не до конца, студенту засчитывается количество баллов, равное 9. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос или правильного решения задачи студент получает 0 баллов.

Таблица 3 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	Задание 1 (теоретический вопрос)	8
	Задание 2 (задача)	18
	Задание 3 (задача)	18
ИТОГО:		44

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	Неудовлетворительно

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении 7 семестра очной формы обучения (8 семестра очно-заочной и заочной форм обучения) приведено в таблице 4. Форма **промежуточной аттестации** в этих семестрах – **зачет**.

Таблица 4 – Распределение баллов текущего контроля 7 семестра очной формы обучения (8 семестра очно-заочной и заочной форм обучения)

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	17	Задание выполнено правильно, предложенные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	11	Задание выполнено в целом правильно, предложенные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	85	Из расчёта пяти лабораторных работ в семестре. Оценивается выполнение и защита каждой лабораторной работы.
Работа на практическом занятии	2	Самостоятельное правильное полное решение задачи
	1	Самостоятельное неполное решение задачи или правильное полное решение задачи при помощи преподавателя
Итого по практическим занятиям (максимально возможное)	15	Из расчёта восьми практических занятий в семестре.
ИТОГО:	100	Максимально возможное
Для студентов очно-заочной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	21	Задание выполнено правильно, предложенные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	14	Задание выполнено в целом правильно, предложенные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	84	Из расчёта четырех лабораторных работ в семестре. Оценивается выполнение и защита каждой лабораторной работы.
Работа на практическом занятии	8	Самостоятельное правильное полное решение задачи
	4	Самостоятельное неполное решение задачи или правильное полное решение задачи при помощи преподавателя
Итого по практическим занятиям (максимально возможное)	16	Из расчёта двух тем практических занятий в семестре.
ИТОГО:	100	Максимально возможное

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов заочной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	13	Задание выполнено правильно, предложенные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	10	Задание выполнено в целом правильно, предложенные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	52	Из расчёта четырех лабораторных работ в семестре. Оценивается выполнение и защита каждой лабораторной работы.
Работа на практическом занятии	8	Самостоятельное правильное полное решение задачи
	4	Самостоятельное неполное решение задачи или правильное полное решение задачи при помощи преподавателя
Итого по практическим занятиям (максимально возможное)	16	Из расчёта двух тем практических занятий в семестре.
Выполнение контрольной работы (индивидуального задания)	32	При выполнении задания приняты правильные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена без замечаний
	22	Задание выполнено в целом правильно, но решения не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению.
Итого за выполнение контрольной работы (индивидуального задания) (максимально возможное)	32	
ИТОГО:	100	Максимально возможное

4.4 Пример текущего опроса на практических занятиях

На примере темы «Преобразование структурных схем САУ»

1. Передаточные функции и частотные характеристики последовательного соединения элементов САУ.
2. Передаточные функции и частотные характеристики параллельного соединения элементов САУ.
3. Передаточные функции встречно-параллельного соединения элементов САУ.
4. Правила преобразования структурных схем САУ при переносе узлов разветвления.

5. Правила преобразования структурных схем САУ при переносе узлов суммирования и элементов сравнения.
6. Передаточные функции и уравнения динамики типовой одноконтурной САУ.

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

4.5 Курсовая работа

При оценивании результатов выполнения курсового проекта руководствуются следующим распределением максимально возможного количества баллов по основным разделам:

№ п/п	Наименование раздела	Максимально возможное количество баллов
1	Реферат, введение, заключение	10
2	Анализ исходной системы	15
3	Построение желаемой ЛАЧХ и оценка качества управления	20
4	Расчет и реализация корректирующего устройства	20
5	Выбор и настройка типового закона управления	15
6	Исследование САУ с учетом нелинейности	20
ИТОГО		100

Оценивание раздела производится исходя из следующего:

- правильное, полное, обоснованное и рациональное выполнение заданий данного раздела – максимально возможное количество баллов;
- не полное, не обоснованное, не рациональное решение заданий данного раздела – от 1/3 до 2/3 от максимально возможного количества баллов;
- неверное выполнение заданий данного раздела – ноль баллов.

В результате суммирования набранных по разделам баллов руководитель курсовой работы определяет предварительную итоговую оценку, которая может быть изменена по результатам защиты обучающимся курсового проекта перед комиссией из числа преподавателей кафедры.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Федотов, А. В. Основы теории автоматического управления : учебное пособие / А. В. Федотов. — 2-е изд. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 278 с. — ISBN 978-5-4486-0570-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/83344.html>. — Режим доступа: для авторизованных пользователей.

2. Нос, О. В. Теория автоматического управления. Теория управления особыми линейными и нелинейными непрерывными системами : учебное пособие / О. В. Нос. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 166 с. — ISBN 978-5-7782-3889-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98820.html> — Режим доступа: для авторизованных пользователей.

3. Лысов В.Е. Теоретические основы дискретных систем автоматического управления : учебное пособие / Лысов В.Е., Пешев Я.И.. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 160 с. — ISBN 978-5-7964-2082-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90930.html>. — Режим доступа: для авторизованных пользователей.

II Дополнительная литература

4. Минаев И.Г. Введение в теорию автоматического регулирования : учебное пособие / Минаев И.Г., Самойленко В.В., Ушкур Д.Г.. — Ставрополь : АГРУС, 2019. — 172 с. — ISBN 978-5-9596-1502-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/109373.html> — Режим доступа: для авторизованных пользователей.

5. Жмудь В.А. Системы автоматического управления. Новые концепции и структуры регуляторов : учебник / Жмудь В.А., Димитров Л., Носек Я.. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 157 с. — ISBN 978-5-4486-0477-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80291.html> — Режим доступа: для авторизованных пользователей.

6. Жежера Н.И. Проектирование цифровых систем автоматического управления на основе теории z-преобразований : учебное пособие / Жежера Н.И.. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 244 с. — ISBN 978-5-9729-0549-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115162.html> — Режим доступа: для авторизованных пользователей.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

7. Методические указания для практических занятий по дисциплине «Теория автоматического управления», часть 1: для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост.: Р. В. Федюн, В. А. Попов. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ из личного кабинета студента).

8. Методические указания для практических занятий по дисциплине «Теория автоматического управления», часть 2: для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост.: Р. В. Федюн, В. А. Попов. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ из личного кабинета студента).

9. Методические указания для практических занятий по дисциплине «Теория автоматического управления», часть 3: для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост.: Р. В. Федюн, В. А. Попов. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ из личного кабинета студента).

10. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Теория автоматического управления», часть 1: для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост.: Р. В. Федюн, В. А. Попов. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ из личного кабинета студента).

11. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Теория автоматического управления», часть 2: для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост.: Р. В. Федюн, В. А. Попов. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ из личного кабинета студента).

12. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Теория автоматического управления», часть 3: для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост.: Р. В. Федюн, В. А. Попов. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ из личного кабинета студента).

13. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Теория автоматического управления»: для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост.: Р. В. Федюн,

В. А. Попов. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ из личного кабинета студента).

14. Методические указания для выполнения индивидуальных заданий по дисциплине «Теория автоматического управления»: для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост.: Р. В. Федюн, В. А. Попов. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ из личного кабинета студента).

15. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теория автоматического управления»: для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост.: Р. В. Федюн – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: AcrobatReader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ из личного кабинета студента).

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>.

ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

Учебная аудитория для проведения лекционных и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: персональный компьютер с выходом в сеть и возможно-стью подключения к сети «Интернет» (P IV-1.7 GHz); экран проекционный ELIT SCREENS M113XWS1; коммутационный шкаф; Swich TP-Link; patchpanel; wi-fi точка доступа.

Специализированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска. Системное обеспечение: операци-онная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0)).

7.2 Лабораторные занятия:

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: персональные компьютеры с выходом в сеть (iPE2140-1.6Ghz; Intel Celeron 430/2.6 Ghz; P-III 550; P IV-2.6 GHz; Солярис). Лабораторное оборудование: switch CATALYST 2900; стенд IP-телефонии; осциллограф двухлучевой универсальный C1-74; hub 16p; секция системы КА-МАК. Специализированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная ли-

цензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0); GNU Octave-6.1.0 (общественная лицензия); Cisco Packet Tracer Student edition (академическая лицензия)).

7.3 Практические занятия:

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: персональные компьютеры с выходом в сеть (iPE2140-1.6Ghz; Intel Celeron 430/2.6 Ghz; P-III 550; P IV-2.6 GHz; Солярис). Лабораторное оборудование: switch CATALYST 2900; стенд IP-телефонии; осциллограф двулучевой универсальный C1-74; hub 16p; секция системы КА-МАК. Специализированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0); GNU Octave-6.1.0 (общественная лицензия); Cisco Packet Tracer Student edition (академическая лицензия)).

7.4 Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3, 8 (аудитория №8.001) (компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. Системное обеспечение: операционная система Microsoft Windows 7 (академическая лицензия, OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0), Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0), Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) (общественная лицензия GNU).