

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета


О.В. Машин

22.12 2023

Регистрационный № УД-130302/Б.Р.О.31/п

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) Электрооборудование автомобилей и электромобили
Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	6
Лекции, часы	34
Лабораторные занятия, часы	34
Курсовой проект, семестр	6
Экзамен, семестр	6
Контактная работа по учебным занятиям, часы	68
Самостоятельная работа	112
Всего часов / зачетных единиц	180/5

Кафедра – разработчик программы: «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

Составитель: О. В. Обидина, к.ф.м.н, доцент

Могилев, 2023

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника № 144 от 28.02.2018, учебным планом рег. № 130302-2.1, утвержденным 28.04.2023.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок» 2 октября 2023, протокол № 2.

Зав. кафедрой «Электропривод и АПУ»



А.С. Коваль

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета

20 декабря 2023 г., протокол № 3.

Зам. председателя
Научно-методического совета



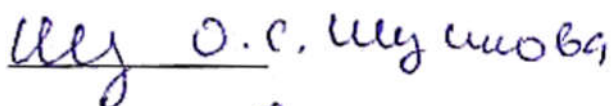
С.А. Сухоцкий

Рецензент:

А.В. Яровой, главный инженер УЧПП «Инвестпрограмма»

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела



О.Е. Печковская

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Основной целью преподавания дисциплины является получение студентами навыков самостоятельного применения основных положений теории автоматического управления для решения конкретных задач исследования и проектирования систем автоматического регулирования (САР).

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен знать:

- функциональные схемы САР;
- математические модели САР;
- динамические характеристики САР;
- понятие устойчивости и качества процессов управления;
- современные методы анализа и синтеза САР с использованием ЭВМ.

уметь:

- применять теоретические знания на практике (уметь строить функциональные схемы и рассчитывать математические модели САР).

владеть:

- навыками работы с математическим программным обеспечением Mathcad;
- навыками получения и анализа динамических характеристик и устойчивости САР.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина «Системы автоматического регулирования» относится к блоку 1 «Дисциплины (модули)», Элективные дисциплины.

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- «Электротехника и электроника»;
- «Теория автоматического управления».

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- «Системы автоматического проектирования электрооборудования».

Кроме того, результаты полученные при изучении дисциплины на лекциях и лабораторных занятиях будут применены при прохождении эксплуатационной и преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решений поставленных задач.
ПК-5	Способен рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике.

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Введение. Классификация САР.	Содержание и задачи курса. Роль науки в управлении и в решении народно-хозяйственных задач. Связь курса с общетеоретическими и специальными знаниями. Основные понятия и определения. Понятия: регулирование, управление, объект управления, система, воздействия управляющие, задающие, возмущающие. Операции в производственном процессе: рабочие и управления. Основные принципы регулирования: по задающему воздействию, по возмущающему, комбинированное. Функциональные схемы САР. Примеры технического и биологического управления. Статические и динамические системы. Понятие о состоянии системы. Структура систем автоматического управления по характеру внутренних динамических процессов, по количеству управляемых величин, по числу контуров регулирования.	УК-1 ПК-5

2	Математическое описание линейных систем.	Математическое описание систем управления. Понятие о моделировании. Физическое и математическое моделирование. Понятие об установившемся процессе. Статические характеристики, коэффициент передачи. Виды соединений. Нахождение статических характеристик для различных соединений. Уравнения динамики. Линеаризация. Преобразование Лапласа, его свойства. Операторный метод. Понятие о передаточной функции и переходной характеристике.	УК-1 ПК-5
3	Частотные характеристики.	Преобразование Фурье. Частотные характеристики: АЧХ, ФЧХ, АФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ. Связь частотных характеристик с передаточными функциями. Временные характеристики.	УК-1 ПК-5
4	Типовые динамические звенья.	Типовые динамические звенья: пропорциональное, инерционное, интегрирующее, дифференцирующее, колебательное, запаздывающее, их переходные и частотные характеристики. Классификация звеньев.	УК-1 ПК-5
5	Математическое описание линейных систем.	Структурные схемы и их преобразование. Технологическая система как комбинация типовых динамических звеньев.	УК-1 ПК-5
6	Устойчивость систем автоматического управления. Алгебраические критерии устойчивости.	Понятие об устойчивости. Математический признак устойчивости системы. Метод Ляпунова: необходимое и достаточное условие устойчивости. Критерии устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости. Примеры применения.	УК-1 ПК-5
7	Устойчивость систем автоматического управления. Частотные критерии устойчивости.	Критерий Михайлова. Критерий Найквиста в обычной и логарифмической форме. Запасы устойчивости. Построение ЛЧХ для разомкнутых систем. Применение ЭВМ для расчетов устойчивости	УК-1 ПК-5
8	Критерии качества процесса управления.	Анализ и описание качества систем управления. Основные оценки точности в переходном и установившемся режимах. Прямые и косвенные оценки качества. Оценка качества по распределению корней характеристического уравнения. Степень устойчивости и ее связь с быстродействием системы. Применение пакета MatLab при построении переходной характеристики.	УК-1 ПК-5
9	Синтез систем автоматического управления.	Понятие об анализе и синтезе систем управления. Виды коррекции систем: последовательная, параллельная, обратными связями. Синтез	УК-1 ПК-5

		корректирующих звеньев по ЛЧХ. Применение ЭВМ при расчетах. Инвариантность и чувствительность систем управления. Элементы систем управления.	
10	Синтез корректирующих звеньев по ЛЧХ.	Синтез корректирующих звеньев по ЛЧХ. Применение ЭВМ при расчетах. Инвариантность и чувствительность систем управления. Элементы систем управления.	УК-1 ПК-5
11	Оптимальные системы автоматического управления.	Принципы построения систем подчиненного регулирования. Расчет оптимальных по быстродействию систем.	УК-1 ПК-5
12	Оптимумы.	Модульный и симметричный оптимум. Влияние распределения корней характеристического уравнения на критерии качества. Управляемость и наблюдаемость. Системы управления при случайных воздействиях.	УК-1 ПК-5
13	Нелинейные системы автоматического управления.	Определение нелинейного звена и нелинейной системы. Виды типовых нелинейностей. Метод фазовых траекторий при исследовании систем.	УК-1 ПК-5

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1							
1	Тема 1. Введение. Классификация САУ.	2	Л. р. №1 Типовые динамические звенья.	2	1		
2	Тема 2. Математическое описание линейных систем.	2	Л. р. №1 Типовые динамические звенья.	2	1	ЗЛР	5
3	Тема 3. Частотные характеристики.	2	Л. р. № 1 Типовые динамические звенья.	2	1		
4	Тема 4. Типовые динамические звенья.	2	Л. р. № 1 Типовые динамические звенья.	2	1	ЗЛР	5
5	Тема 5. Математическое описание линейных систем.	2	Л. р. № 1 Типовые динамические звенья.	2	1		
6	Тема 6. Устойчивость систем автоматического управления. Алгебраические критерии устойчивости.	2	Л. р. № 1 Типовые динамические звенья.	2	2	ЗЛР	5

Принятые обозначения:

7	Тема 7. Устойчивость систем автоматического управления. Частотные критерии устойчивости.	2	Л. р. № 1 Типовые динамические звенья.	2	3		
8	Тема 8. Критерии качества процесса управления.	2	Л. р. №1 Типовые динамические звенья.	2	3	ЗЛР КР ПКУ	5 10 30
Модуль 2							
9	Тема 9. Синтез систем автоматического управления.	2	Л. р. № 2 Устойчивость линейных САУ.	2	3		
10	Тема 9. Синтез систем автоматического управления.	2	Л. р. № 2 Устойчивость линейных САУ.	2	3	ЗЛР	5
11	Тема 10. Синтез корректирующих звеньев по ЛЧХ.	2	Л. р. № 2 Устойчивость линейных САУ.	2	3		
12	Тема 10. Синтез корректирующих звеньев по ЛЧХ.	2	Л. р. № 2 Устойчивость линейных САУ.	2	3	ЗЛР	5
13	Тема 11. Оптимальные системы автоматического управления.	2	Л. р. № 2 Устойчивость линейных САУ.	2	3		
14	Тема 11. Оптимальные системы автоматического управления.	2	Л. р. № 2 Устойчивость линейных САУ.	2	3	ЗЛР	5
15	Тема 12. Оптимумы.	2	Л. р. № 2 Устойчивость линейных САУ.	2	3		
16	Тема 13. Нелинейные системы автоматического управления.	2	Л. р. № 2 Устойчивость линейных САУ.	2	3	ЗЛР КР	5 10
17	Тема 13. Нелинейные системы автоматического управления.	2	Л. р. № 2 Устойчивость линейных САУ.	2	3	ПКУ	30
1-17	Выполнение курсового проекта	2			36		
18-20					36	ПА (экзамен)	40
	Итого	34		34	112		100

КР – контрольная работа;

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

2.3 Требования к курсовому проекту

Целью выполнения курсового проекта является закрепление практических навыков, приобретенных в процессе изучения дисциплины по расчету и конструированию САР.

Каждому студенту выдается индивидуальное задание на курсовой проект (структурная схема САР).

Курсовой проект включает следующие разделы:

Пояснительная записка курсового проекта:

- определение передаточных функций САР;
- синтез системы управления;
- расчет характеристического уравнения;
- расчет и построение корней характеристического уравнения;
- расчет устойчивости;
- расчет переходных характеристик;
- определение показателей качества;
- анализ полученных результатов.

Графическая часть курсового проекта:

- частотные характеристики;
- временные характеристики.

На выполнение курсового проекта отводится 36 часов.

Объем пояснительной записки - 40-50 страниц формата А4. Графическая часть – 2 листа формата А3. Рекомендуется пояснительную записку и графическую часть работы выполнять автоматизированным способом, используя изученные программные продукты.

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	Тема № 5		2
2	Мультимедиа	Темы № 1-4, 6-13		32
3	С использованием ЭВМ		Л.р. № 1 – 2.	34
	ИТОГО	34	34	68

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Контрольные задания	2
4	Вопросы для самостоятельной подготовки при защите лабораторных работ	2
5	Тестовые задания для диагностической работы	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<i>Компетенция УК-1: способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решений поставленных задач.</i>			
<i>ИУК-1.1: выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи.</i>			
1	Пороговый уровень	Знает основные понятия и определения систем управления. Знает способы соединения динамических звеньев, применяет способы преобразования структурных схем систем управления.	Владение основными понятиями “вход”, “выход”, “передаточная функция”, “переходная характеристика”. Умение выделять в структурной схеме последовательное, параллельное и встречно-параллельное соединение. Демонстрирование навыков преобразования структурных схем. Выполнение отчета по лабораторной работе.
2	Продвинутый уровень	Умеет классифицировать системы управления по различным признакам и определять используемый в системах принцип управления.	Способность анализировать признаки управления, классифицировать системы на разомкнутые, по

		Получает частотные характеристики и передаточные функции систем управления.	возмущению, отклонению и комбинированные. Способность получать частотные характеристики с использованием Mathcad. Выполнение расчетов по определению передаточных функций САУ и определению их частотных характеристик.
3	Высокий уровень	Владеет методиками расчета и проектирования систем управления. Производит оценку устойчивости и синтез линейных систем управления.	Выполнение расчета системы управления. Уверенное владение методиками оценки устойчивости системы по критерию Гурвица, Михайлова, Найквиста и логарифмическому. Формирование отчета по лабораторной работе с использованием Mathcad.
ИУК-1.2: использует системный подход для решения поставленных задач.			
1	Пороговый уровень	Знает основные понятия из раздела переходные процессы. Знает методы расчета переходных процессов.	Владение основными понятиями и методами расчета переходных процессов.
2	Продвинутый уровень	Умеет применять методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного тока.	Способность рассчитывать переходные процессы в цепях постоянного тока.
3	Высокий уровень	Владеет методиками расчета переходных процессов в электрических цепях переменного тока.	Выполнение расчета переходных процессов в электрических цепях переменного тока. Получение и построение переходных функций с помощью Mathcad. Формирование отчета по лабораторной работе с использованием Mathcad.
Компетенция ПК-5: способен рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике.			
ИПК-5.1: рассчитывает режимы работы объектов профессиональной деятельности.			

1	Пороговый уровень	Знает способы соединения динамических звеньев, применяет способы преобразования структурных схем систем управления.	Умение выделять в структурной схеме последовательное, параллельное и встречно-параллельное соединение. Демонстрирование навыков преобразования структурных схем. Выполнение отчета по лабораторной работе.
2	Продвинутый уровень	Получает частотные характеристики и передаточные функции систем управления. Умеет классифицировать системы управления по различным признакам и определять используемый в системах принцип управления.	Способность получать частотные характеристики с использованием Mathcad. Выполнение расчетов по определению передаточных функций САУ и определению их частотных характеристик.
3	Высокий уровень	Производит оценку устойчивости и синтез линейных систем управления. Владеет методиками расчета и проектирования систем управления.	Выполнение расчета системы управления. Уверенное владение методиками оценки устойчивости системы по критерию Гурвица, Михайлова, Найквиста и логарифмическому. Формирование отчета по лабораторной работе с использованием Mathcad.
ИПК-5.2: обеспечивает требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике.			
1	Пороговый уровень	Знает основные понятия из раздела переходные процессы. Знает методы расчета переходных процессов.	Владение основными понятиями и методами расчета переходных процессов.
2	Продвинутый уровень	Умеет применять методы расчета переходных процессов в электрических цепях.	Способность рассчитывать переходные процессы в цепях.
3	Высокий уровень	Владеет методиками расчета переходных процессов в электрических цепях.	Выполнение расчета переходных процессов в электрических цепях.

			Получение и построение переходных функций с помощью Mathcad. Формирование отчета по лабораторной работе с использованием Mathcad.
--	--	--	--

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>Компетенция УК-1:</i> способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решений поставленных задач.	
<p>Владение основными понятиями “вход”, “выход”, “передаточная функция”, “переходная характеристика”.</p> <p>Умение выделять в структурной схеме последовательное, параллельное и встречно-параллельное соединение.</p> <p>Демонстрирование навыков преобразования структурных схем.</p> <p>Владение основными понятиями и методами расчета переходных процессов.</p> <p>Выполнение отчета по лабораторной работе.</p>	<p>Вопросы для самостоятельной подготовки для оценки знаний студентов при защите лабораторных работ</p> <p>Контрольные задания.</p>
<p>Способность анализировать признаки управления, классифицировать системы на разомкнутые, по возмущению, отклонению и комбинированные.</p> <p>Способность получать частотные характеристики с использованием Mathcad.</p> <p>Выполнение расчетов по определению передаточных функций САУ и определению их частотных характеристик.</p> <p>Способность рассчитывать переходные процессы в цепях постоянного тока.</p>	<p>Вопросы для самостоятельной подготовки для оценки знаний студентов при защите лабораторных работ</p> <p>Контрольные задания.</p>
<p>Выполнение расчета системы управления.</p> <p>Уверенное владение методиками оценки устойчивости системы по критерию Гурвица, Михайлова, Найквиста и логарифмическому.</p> <p>Выполнение расчета переходных процессов в электрических цепях переменного тока.</p> <p>Получение и построение переходных функций с помощью Mathcad.</p> <p>Формирование отчета по лабораторной работе с использованием Mathcad.</p>	<p>Вопросы для самостоятельной подготовки для оценки знаний студентов при защите лабораторных работ</p> <p>Контрольные задания.</p>

<i>Компетенция ПК-5: способен рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности, обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике.</i>	
Умение выделять в структурной схеме последовательное, параллельное и встречно-параллельное соединение. Демонстрирование навыков преобразования структурных схем. Владение основными понятиями и методами расчета переходных процессов. Выполнение отчета по лабораторной работе.	Вопросы для самостоятельной подготовки для оценки знаний студентов при защите лабораторных работ Контрольные задания.
Способность получать частотные характеристики с использованием Mathcad. Выполнение расчетов по определению передаточных функций САУ и определению их частотных характеристик. Способность рассчитывать переходные процессы в цепях.	Вопросы для самостоятельной подготовки для оценки знаний студентов при защите лабораторных работ Контрольные задания.
Выполнение расчета системы управления. Уверенное владение методиками оценки устойчивости системы по критерию Гурвица, Михайлова, Найквиста и логарифмическому. Выполнение расчета переходных процессов в электрических цепях. Получение и построение переходных функций с помощью Mathcad. Формирование отчета по лабораторной работе с использованием Mathcad.	Вопросы для самостоятельной подготовки для оценки знаний студентов при защите лабораторных работ Контрольные задания.

5.3 Критерии оценки лабораторных работ

Лабораторные работы №1-2	
Устный опрос	5 баллов - студент демонстрирует полное владение материалом, знаком с основной и дополнительной литературой по теме лабораторной работы. 3 балла - студент усвоил учебно-программный материал, но недостаточно четко и полно отвечает на вопросы. 0 баллов студент получает, если не владеет материалом по теме лабораторной работы.

5.4 Критерии оценки контрольных работ

10-8 баллов – студент правильно и обоснованно выбирает методику решения задания, четко поясняет методику решения поставленной задачи.

Получает численные значения результатов расчета и дает их аргументированное обоснование, правильно использует научную терминологию.

8-6 баллов – студент правильно выбирает методику решения задания, получает численные значения результатов расчета, правильно использует научную терминологию, допускает отдельные неточности, которые не влияют на конечный результат расчета.

6-4 баллов – студент правильно выбирает методику решения задания, правильно, с обоснованием, но расчет выполнен с ошибками, допускает отдельные неточности.

4-2 балла – студент правильно выбирает методику решения задания, но с ошибками составил уравнения.

2-1 балл – студент имеет общее представление о выборе методики решения практического задания, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

0 баллов – студент сдал пустой лист ответа или на нем написаны только задания контрольной работы.

5.5 Критерии оценки экзамена

В экзаменационный билет включены один теоретический вопрос и три практических задания. Минимальное количество баллов на экзамене – 15, максимальное – 40.

Каждый из вопросов билета оценивается положительной оценкой до 10 баллов, дополнительный вопрос оценивается положительной оценкой до 10 баллов. Дополнительный вопрос задается в случае получения студентом менее 15 баллов при ответе на билет, либо для повышения результирующей оценки за ответы по билету.

Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям.

Теоретический вопрос:

10 баллов – глубокое, систематизированное и полное изложение теоретического материала по всем разделам учебной программы, точное использование научной терминологии, умение обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, давать развернутый и четкий ответ, как на поставленный вопрос, так и на дополнительные вопросы, выходящие за пределы учебной программы.

9 баллов – глубокое, систематизированное и полное изложение теоретического материала по всем разделам учебной программы, точное использование научной терминологии, умение обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, дает развернутый и четкий

ответ, как на поставленный вопрос, так и на дополнительные вопросы в объеме учебной программы.

8 баллов – глубокие, систематизированные и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы, точное использование научной терминологии, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы.

7 баллов – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью делать выводы и разяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.

6 баллов – студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разясняет их, но допускает ошибки общего характера.

5 баллов – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.

4 балла – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа, не может ответить на дополнительные вопросы.

3 балла – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

Ниже 3 баллов – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

Практический вопрос:

10-8 баллов – студент правильно и обоснованно выбирает методику решения практического задания, четко поясняет методику решения поставленной задачи. Получает численные значения результатов расчета и дает их аргументированное обоснование, правильно использует научную терминологию.

8-6 баллов – студент правильно выбирает методику решения практического задания, получает численные значения результатов расчета, правильно использует научную терминологию, допускает отдельные неточности, которые не влияют на конечный результат расчета.

6-4 баллов – студент правильно выбирает методику решения практического задания, правильно, с обоснованием, но расчет выполнен с ошибками, допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.

4-2 балла – студент правильно выбирает методику решения практического задания, но с ошибками составил уравнения и не может ответить на дополнительные вопросы.

Ниже 2 баллов – студент имеет общее представление о выборе методики решения практического задания, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

5.6 Критерии оценки курсового проекта

Перечень этапов выполнения курсового проекта и количества баллов за каждый из них представлен в таблице:

№	Этап выполнения	Минимум	Максимум
1	Определение передаточных функций САР	2	4
2	Синтез системы управления	4	9
3	Расчет характеристического уравнения	5	7
4	Расчет и построение корней характеристического уравнения	5	7
5	Расчет устойчивости	5	7
6	Расчет переходных характеристик	7	12
7	Определение показателей качества	5	7
8	Анализ полученных результатов	3	7
	Итого за выполнение курсового проекта	36	60
	Защита курсового проекта	15	40

Итоговая оценка курсового проекта представляет собой сумму баллов за выполнение и защиту курсового проекта и выставляется в соответствии со шкалой:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов хранится на кафедре. Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/ п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	URL
1	Сеславин, А. И. Теория автоматического управления. Линейные, непрерывные системы : учебник / А. И. Сеславин. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 314 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: https://znanium.com/	Рек. Межрегиональным учебно-методическим советом профессионального образования в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по укрупненным направлениям подготовки 23.00.00 «Управление в технических системах», 15.00.00 «Машиностроение»	https://znanium.com/catalog/product/1862064
2	Васильков, Ю. В. Математическое моделирование объектов и систем автоматического управления: учебное пособие / Ю. В. Васильков, Н. Н. Василькова. - Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2020 - 428 с. Режим доступа: по подписке. Режим доступа: http://znanium.com/	—	https://znanium.com/catalog/product/1167744

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Кол. экз.
1	Юревич Е. И. Теория автоматического управления: Учебник для вузов / Е. И. Юревич. - 3-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2007. - 560с.	Допущено Министерством образования и науки РФ	10
2	Корнеев Н. В. Теория автоматического управления с практикумом: Учебное пособие для вузов / Н. В. Корнеев, Ю. С. Кустарев, Ю. Я. Морговский. - М.: Академия, 2008. - 224с. - (Высшее профессиональное образование).	Допущено УМО РФ	15
3	Ротач В. Я. Теория автоматического управления: Учебник для вузов / В. Я.	Рекомендовано МО и науки РФ в качестве учебника для студентов	10

	Ротач. - 4-е изд., стереот. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 400с.: ил.	вузов, обучающихся по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)» направления подготовки «Автоматизированные технологии и производства»	
4	Анхимюк В.Л. Проектирование систем автоматического управления электроприводами. -Мн.: Высшая школа, 1971 - 336 с. ил.	Допущено Министерством высшего и среднего образования БССР в качестве учебного пособия для энергетических специальностей вузов	23
5	Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления /Под ред. Бесекерского В.А. -М.: Наука, 1978. –408 с.	Допущено Министерством высшего и средне-специального образования СССР	2
6	Теория автоматического управления: Учебник / Под ред. Ю.М. Соломенцева. - М.: Высш. шк., 1999. - 268с.	Рекомендовано МО РФ	27
7	Анхимюк В.Л. Теория автоматического управления. -Мн.: Вышэйшая школа, 2002 - 352 с.: ил.	Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов электротехнических специальностей высших специальных заведений	5
8	Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. –СПб, Изд-во «Профессия», 2003. -752 с.	—	9

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

1 Материалы образовательного математического сайта Exponenta.ru,
сетевой адрес <http://www.exponenta.ru>

2 Материалы сайта "Единое окно доступа к образовательным ресурсам",
сетевой адрес <http://window.edu.ru>

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в учебном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1. Системы автоматического регулирования. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» дневной формы обучения (электронный вариант).

2. Системы автоматического регулирования. Методические рекомендации к курсовому проектированию для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» дневной формы обучения (электронный вариант).

7.4.2 Информационные технологии

Тема 1. Введение. Классификация САР.

Тема 2. Математическое описание линейных систем.

Тема 3. Частотные характеристики.

Тема 4. Типовые динамические звенья.

Тема 6. Устойчивость систем автоматического управления.

Алгебраические критерии устойчивости.

Тема 7. Устойчивость систем автоматического управления. Частотные критерии устойчивости.

Тема 8. Критерии качества процесса управления.

Тема 9. Синтез систем автоматического управления.

Тема 10. Синтез корректирующих звеньев по ЛЧХ.

Тема 11. Оптимальные системы автоматического управления.

Тема 12. Оптимумы.

Тема 13. Нелинейные системы автоматического управления.

7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе

Лицензионное программное обеспечение, используемое для проведения лабораторных занятий:

1. MS Word 2010,
2. PTC Mathcad 14.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «207/2», рег. № ПУЛ-4.503-207/2-23.