

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Факультет приборостроения, электротехнических
и биотехнических систем
Кафедра электромеханики**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

_____ Тарасенко О.В.

(подпись)

« 18 » _____ 2023 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория автоматического управления и автоматика в электромеханике»

По направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: «Электромеханика»

Луганск 2023

Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория автоматического управления и автоматика в электромеханике» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника -27 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория автоматического управления и автоматика в электромеханике» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 144 с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами МИНОБРНАУКИ РОССИИ № 1456 от 26.11.2020 г., № 83 от 08.02.2021 г., №662 от 19.07.2022).

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Комиссаренко А.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электромеханики «14» 04 2023 г., протокол № 6-1

Заведующий кафедрой

В.В. Яковенко Яковенко В.В.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Рекомендовано на заседании учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем

«18» 04 2023 г., протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем

С.П. Яременко Яременко С.П.

© Комиссаренко А.И., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цели и задачи дисциплины - формирование у студентов глубоких теоретических знаний в области общих физических закономерностей ТАУ, особенностей взаимодействия элементов электромеханических систем, характера статических и динамических процессов в разомкнутой и в замкнутой обратными связями по главным координатам системах, а также практических навыков расчетно - эксплуатационной и экспериментальной деятельности, связанных с расчетом статических характеристик, переходных процессов, нагрузочных диаграмм и др.

Задачи:

- изучение особенностей взаимодействия элементов электромеханических систем;
- определение (расчет) параметров элементов САР.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Теория автоматического управления и автоматика в электромеханике» относится к вариативной части цикла профессиональной подготовки.

знания:

физических и энергетических явлениях в различных режимах работы статических электрических, магнитных цепей и электротехнических устройств, различных способах их описания на основе математических моделей; основные характеристики и особенности силовых полупроводниковых приборов; классификацию, назначение, область применения, схемотехнические решения и основные характеристики преобразовательных устройств; методы алгоритмизации и программного обеспечения в электромеханике соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования; способы составления и оформления типовой технической документации применительно к выбранному направлению.

умения:

составлять и решать уравнения электрических и магнитных цепей в установившихся и переходных режимах при питании от источников постоянного и переменного тока, исходя из основных законов и теорем электротехники; анализировать работу преобразовательных устройств; вычислять значения входных и выходных напряжений и токов; оценивать влияние преобразовательных устройств на нагрузку и питающую сеть и использовать методы уменьшения этого влияния; использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниями и эксплуатации устройств силовой электроники; проектировать алгоритмизацию и программное обеспечение в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования; составлять и оформлять типовую техническую документацию.

навыки:

в количественном оценивании изменений электромагнитных переменных, прогнозировании функционирования электрической цепи или электротехнического устройства при изменении этих переменных, а также управляющих и возмущающих воздействий; в формулировании требований к анализу простейших электромагнитных устройств, владения методами определения их характеристик и параметров; расчетов преобразовательных устройств; технологией сравнительного анализа вентильных преобразователей; методами решения проблем электромагнитной совместимости вентильных преобразователей с источником питания; умением прогнозировать тенденции развития преобразовательных схем; проектирования алгоритмизации и программного обеспечения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования; составления и оформления типовой технической документации.

Содержание дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: "Высшая математика", "Информационные технологии в отрасли", "Электроника и микросхемотехника" "ТОЭ", "Электрические машины", "Электрические аппараты", "Моделирование электромеханических систем", "Электрический привод", "Компьютерные технологии в электромеханике" и служит основой для изучения следующих дисциплин: "Электрический привод", "Основы автоматизированного проектирования электромеханических систем".

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Теория электропривода», «Основы автоматического проектирования электромеханических систем».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-03. Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и наладке объектов профессиональной деятельности	ПК-03.1. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при проектировании и наладке объектов профессиональной деятельности; ПК-03.2. Обладает готовностью к участию в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов, современного программного обеспечения, в том числе текстовых редакторов и графических программы. ПК-03.3. Способен обеспечивать поддержание оптимальных	Знать: нормативную базу, устройства и принципы работы объектов профессиональной деятельности; Уметь: разрабатывать конструкторскую документацию; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой конструкторской документации нормативным документам; обеспечивать экологическую безопасность проектируемых объектов профессиональной деятельности; Владеть: навыками конструирования объектов профессиональной деятельности.

	режимов работы объектов профессиональной деятельности	
--	---	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	180 (5 зач. ед)	216 (6 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	91	22
Лекции	39	8
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	26	6
Лабораторные работы	26	8
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	89	194
Итоговая аттестация	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

1 семестр.

Тема 1. Обобщенная функциональная схема разомкнутой системы управления.

Обобщенная функциональная схема замкнутой СУ. Графическое представление программного движения объекта. Обобщенная функциональная схема следящей системы. Обобщенная функциональная схема многосвязной СУ классификация, задачи.

Тема 2. Уравнения звеньев.

Последовательное соединение динамических звеньев. Статическая характеристика звена. Линеаризация уравнения звена. Передаточная функция звена. Характеристическое уравнение звена

Тема 3. Весовая функция звена. Дельта-функция. Весовая функция. Переходная функция звена. Единичное ступенчатое воздействие. Переходная функция. Частотные характеристики звена. Входное и выходное синусоидальные воздействия. Графики частотных характеристик звена АЧХ, ФЧХ и АФЧХ. Логарифмические частотные характеристики звена. ЛАЧХ и ЛФЧХ

Тема 4. Позиционные звенья САУ. Идеальное усилительное звено (безинерционное).

АЧХ, ФЧХ и АФЧХ безинерционного звена. Апериодическое (инерционное) звено первого порядка. Амплитудно-фазочастотные характеристики АЧХ, ФЧХ и АФЧХ. ЛАЧХ и ЛФЧХ апериодического звена. Переходная функция. Весовая функция апериодического звена. Принципиальная схема LR -цепи.

Тема 5. Апериодическое звено второго порядка. Амплитудно-фазочастотные характеристики. ЛАЧХ и ЛФЧХ апериодического звена второго порядка. Переходная функция. Весовая функция.

Тема 6. Колебательное звено.

АЧХ, ФЧХ, и АФЧХ колебательного звена. ЛАЧХ и ЛФЧХ колебательного звена. Переходная и весовая функции колебательного звена. Примеры колебательных звеньев.

Тема 7. Типы интегрирующих и дифференцирующих звеньев. Идеальное интегрирующее звено.

АФЧХ идеального интегрирующего звена. ЛАЧХ и ЛФЧХ идеального интегрирующего звена. Переходная и весовая функции. Интегрирующее звено, схема.

Тема 8. Идеальное дифференцирующее звено.

ЛАЧХ и ЛФЧХ идеального дифференцирующего звена. Примеры идеального дифференцирующего звена (схемы). Звенья с модулированным сигналом. Звенья с модулированным сигналом. Амплитудная частотная характеристика

Тема 9. Передаточная функция и характеристики разомкнутой цепи звеньев.

Цепь из последовательно соединенных звеньев. Структурная схема последовательного соединения звеньев.

Цепь из параллельно соединенных звеньев. Структурная схема параллельного соединения звеньев.

Тема 10. Цепи с местной обратной связью.

Структурная схема цепи с местной ОС. Общий коэффициент усиления разомкнутой цепи. Частотные характеристики цепи звеньев. АЧХ, ФЧХ, АФЧХ, ЛАЧХ звеньев. ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой цепи.

Тема 11. Структурные преобразования.

Разомкнутая часть САУ. Преобразованная структурная схема разомкнутой части САУ. Перенос звена параллельно контура. Перенос места включения цепи. Структурная схема сложной разомкнутой цепи. Промежуточное преобразование структурной схемы. Второе преобразование.

Тема 12. Передаточная функция между произвольными узлами схемы.

Прямые пути и замкнутые контура «вход-выход». Прямые пути и замкнутые контура «возмущение-выход»

Тема 13. Передаточные функции и уравнения замкнутой системы.

Структурная схема замкнутой системы. Преобразованная структурная схема замкнутой системы. Главная передаточная функция замкнутой системы. Передаточная функция замкнутой системы для ошибки по задающему воздействию. Передаточная функция замкнутой системы по возмущающему воздействию. Передаточная функция для ошибки по возмущающему воздействию

Тема 14. Пример вывода различных передаточных функций.
Дифференциальные уравнения для САУ первого порядка. Структурная схема САУ. Частотные характеристики замкнутой системы.

2 семестр.

Тема 15. Процесс управления и требования к нему.

Пример графика переходного процесса в САУ. Корневой метод исследования устойчивости. Комплексная плоскость распределения корней полинома. Примеры графиков устойчивых переходных процессов. Примеры графиков неустойчивых переходных процессов. Условие устойчивости.

Тема 16. Алгебраические критерии устойчивости.

Критерий Гурвица. Границы устойчивости. Область устойчивости по параметру K . Область устойчивости по параметрам K, T_1 . Частотные критерии устойчивости. Критерий устойчивости Михайлова. Годографы Михайлова. Годограф Михайлова, соответствующий неустойчивой системе пятого порядка.

Тема 17. Критерий устойчивости Найквиста.

Система устойчива в разомкнутом состоянии. Годографы $W_1(j\omega)$ Михайлова. Годографы Найквиста для устойчивых САУ. Годографы Найквиста для неустойчивых систем.

Тема 18. Система, нейтральная в разомкнутом состоянии.

Плоскость корней. Дополнение годографа окружностью бесконечного радиуса. Примеры годографов Найквиста. Система неустойчива в разомкнутом состоянии. Годографы устойчивых САУ. Частотные оценки качества. Определение запаса устойчивости по амплитуде и фазе.

Тема 19. Понятие точности САУ.

Пример графиков переходных процессов в САУ. Установившаяся ошибка при произвольном внешнем воздействии. Коэффициенты ошибок. Понятие астатизма. Система с астатизмом первого порядка. Отработка постоянного входного воздействия. Отработка скоростной составляющей входного сигнала. Отработка ускорения.

Тема 20. Показатели качества переходного процесса.

Установившаяся ошибка. Время регулирования t_p или длительность переходного процесса (быстродействие). Время максимального перерегулирования. Максимальное перерегулирование σ . Количество колебаний N за время переходного процесса t_p .(*). Период колебаний T_0 .(*). Показатели качества переходного процесса. Распределение корней на комплексной плоскости. Пример переходного процесса апериодического звена первого порядка. Графики переходной функции $h(t)$ и переходной функции для ошибки $\varepsilon(t)$.

Тема 21. Последовательные корректирующие устройства.

Обобщенные структурные схемы последовательной коррекции. Введение производной по ошибке. Введение производной по ошибке АФЧХ.

Тема 22. Увеличение общего коэффициента усиления K разомкнутой цепи.

Введение интеграла от ошибки. Введение интеграла от ошибки АФЧХ.
Изодромное корректирующее устройство

Тема 23. Параллельные корректирующие устройства.

Параллельная коррекция. Основные виды корректирующих обратных связей. Положительная жесткая обратная связь (ПЖОС).

Тема 24. Отрицательная жесткая обратная связь (ОЖОС).

Инерционная жесткая ОС. Гибкая обратная связь. Инерционная гибкая обратная связь.

Тема 25. Корректирующие устройства по внешнему воздействию. Инвариантность.

Корректирующие устройства по задающему воздействию. Обобщенная структурная схема СУ с коррекцией по задающему воздействию. Корректирующее устройство по возмущающему воздействию. Неединичная главная обратная связь.

Тема 26. Особенности динамики систем управления непрерывными динамическими объектами с цифровыми регуляторами.

Временная диаграмма работы ЦР в САУ. Требования к основным характеристикам цифрового регулятора. Структурная схема САУ с цифровым регулятором

Тема 27. Выбор величины интервала квантования по времени T .

Формирование управляющего воздействия в ПЦОС.

Тема 28. Выбор характеристик преобразователей ЦАП и АЦП.

Преобразователь АЦП. Статические характеристики ЦАП и АЦП. Преобразователи ЦАП с АИМ и ШИМ. Процессы управления в САУ с ЦР.

4.3. Лекции

1 семестр

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Основные понятия ТАУ. Обобщенная функциональная схема разомкнутой системы управления. Уравнения звеньев. Последовательное соединение динамических звеньев.	2	1
2	Весовая функция звена. Позиционные звенья САУ. Идеальное усилительное звено (<i>безинерционное</i>).	2	
3	Апериодическое звено второго порядка. Амплитудно-фазочастотные характеристики. Колебательное звено.	2	1
4	Типы интегрирующих и дифференцирующих звеньев. Идеальное дифференцирующее звено.	2	
5	Передаточная функция и характеристики разомкнутой цепи звеньев. Цепи с местной обратной связью.	2	1
6	Структурные преобразования. Передаточная функция между произвольными узлами схемы.	2	
7	Передаточные функции и уравнения замкнутой системы. Частотные характеристики замкнутой системы.	1	1
Итого:		13	4

2 семестр

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Процесс управления и требования к нему. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий Гурвица. Критерий устойчивости Михайлова.	4	1
2	Критерий устойчивости Найквиста. Система, нейтральная в разомкнутом состоянии. Плоскость корней.	4	
3	Понятие точности САУ. Показатели качества переходного процесса.	4	1
4	Распределение корней на комплексной плоскости. Последовательные корректирующие устройства.	4	
5	Увеличение общего коэффициента усиления K разомкнутой цепи. Параллельные корректирующие устройства.	4	1
6	Отрицательная жесткая обратная связь. Корректирующие устройства по внешнему воздействию. Инвариантность.	4	
7	Особенности динамики систем управления непрерывными динамическими объектами с цифровыми регуляторами. Процессы управления в САУ с ЦР.	2	1
Итого:		26	4

4.4. Практические занятия

1 семестр

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Алгоритм определения динамических характеристик автоматических систем. Примеры.	2	1
2	Определение передаточной функции системы по известному дифуравнению. (А.А.Клавдиев)	2	
3	Определение выходного сигнала по входному и передаточной функции.	2	
4	Определение передаточной функции системы по структурной схеме.	2	1
5	Преобразование структурных схем.	2	
6	Определение устойчивости замкнутой системы по известной передаточной функции.	2	
7	Определение устойчивости разомкнутой системы по известной передаточной функции.	1	
ИТОГО:		13	2

2 семестр

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Оценка устойчивости АС по критерию Михайлова.	2	1
2	Оценка устойчивости АС по критерию Найквиста.	2	
3	Оценка устойчивости АС по критерию Рауса.	2	1

4	Оценка устойчивости АС по критерию Гурвица.	2	1
5	Выбор величины интервала квантования по времени T	2	
6	Определение порядка астатизма системы по задающему и возмущающему воздействиям.	2	1
7	Разработка структуры и параметров регулятора с инерционным приводом в системе угловой стабилизации.	1	
	ИТОГО:	13	4

4.5. Лабораторные работы

1 семестр

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Лабораторная работа 1. Знакомство с программой VisSim	2	1
2	Лабораторная работа 2. Исследование линейных типовых звеньев. Построение в Vissim'е переходных характеристик интегратора, апериодического и колебательного звеньев.	2	1
3	Лабораторная работа 3. Анализ влияния изменения параметров на переходные характеристики.	2	
4	Лабораторная работа 4. Частотный анализ типовых звеньев. Определение частотных характеристик апериодического звена.	2	1
5	Лабораторная работа 5. Определение частотных характеристик колебательного звена.	2	
6	Лабораторная работа 6. Исследование устойчивости линейной системы.	2	1
7	Лабораторная работа 7. Оценка устойчивости и качества САР, содержащей три апериодических звена.	1	
	ИТОГО:	13	4

2 семестр

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Лабораторная работа № 8. Анализ САР. Исследование устойчивости.	2	1
2	Л.Р. № 9. Создание лабораторного стенда. Расчет критического коэффициента усиления контура и запасов устойчивости Экспериментальное определение критического коэффициента усиления контура и запасов устойчивости по амплитуде и фазе	2	
3	Л.Р. № 10. Определение запасов устойчивости астатической САР и критического коэффициента усиления контура Расчет ЛАЧХ И ЛФЧХ и определение запасов устойчивости. Измерение запаса устойчивости по амплитуде.	2	1
4	Л.Р. № 11. Исследование устойчивости САР со звеном запаздывания в контуре Определение диапазона изменения параметра, в котором САР сохраняет устойчивость.	2	1
5	Лабораторная работа № 12. Анализ САР. Исследование качества САР. Исследование качества линейной САР. Создание лабораторного стенда. Определение параметров качества САР 1.	2	
6	Л.Р. № 13. Определение параметров качества САР 2.	2	1

7	Л.Р. № 14. Исследование влияния постоянной времени форсирующего звена на качество САР. Определение зависимости времени регулирования и перерегулирования от постоянной времени форсирующего звена Идентификация регулятора и объекта управления САР 1. Проверка адекватности модели	1	
	ИТОГО:	13	4

4.6. Самостоятельная работа студентов

1 семестр

№	Название темы	Вид СР	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	САР напряжения генератора постоянного тока. (Тихонов)	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	2	10
2	Инерционные звенья второго порядка.	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	2	16
3	Частотные характеристики разомкнутых одноконтурных САУ.	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	2	18
4	Алгебраические критерии устойчивости. Критерий Гурвица.	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	2	8
5	Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента.	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	2	14
6	Понятие структурной устойчивости. АФЧХ астатических САУ	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	2	17
7	Теоретическое обоснование метода D-разбиений	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	3	15
	ИТОГО:		15	98

2 семестр

№	Название темы	Вид СР	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Корневой метод оценки качества управления.	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	10	12
2	Синтез САУ. Включение корректирующих устройств.	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	10	12
3	Синтез корректирующих устройств.	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	10	18
4	Коррекция свойств САУ изменением параметров звеньев.	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	10	12
5	Включение интегрирующего звена в	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	10	14

	статическую САУ	работам и практическим занятиям		
6	Включение форсирующего звена	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	12	14
7	Последовательная коррекция по задающему воздействию	Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	12	14
	ИТОГО:		74	96

4.7. Курсовые работы/проекты.

Не предусмотрено рабочим учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов (электронные конспект лекций, методические указания к лабораторным работам, методические указания к выполнению расчетно-графических работ, методические указания к самостоятельному изучению дисциплины, размещенные во внутренней сети и сайте кафедры) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям.

Работа в команде: каждая лабораторная работа выполняется несколькими студентами совместно в бригадах по 4-5 чел. Для каждой бригады имеется свое задание, общее для студентов этой бригады. Кроме этого каждый студент получает свое индивидуальное задание к лабораторной работе, частично связанное с вариантом задания к расчетно-графической работе, что позволяет мотивировать каждого студента на совместную работу в команде.

6. Формы контроля освоения дисциплины.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- вопросы к лабораторным работам;
- вопросы к зачету;
- вопросы к экзамену.

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме и письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задачи). Студентам, выполнившим 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенные в таблице.

Шкала оценивания	Критерий оценивания
зачтено	Студент показывает хорошие знания учебного материала по дисциплине, знает сущность и характеристику основных понятий, владеет терминологией. Студент способен логично и последовательно изложить учебный материал по дисциплине, раскрыть смысл вопросов по темам, дает удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы, систематически активен на практических занятиях и лабораторных работах.
не зачтено	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки, владеет отрывочными знаниями основных понятий, дает неполные или неверные ответы на вопросы по темам курса. Текущая успеваемость по дисциплине неудовлетворительная, студент не участвует в работе на практических занятиях и лабораторных работах. Выполняет не все виды работ по дисциплине

Национальная шкала	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендуемую литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в излагаемых ответах в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Аносов В.Н., Теория автоматического управления : учеб.-метод. пособие / Аносов В.Н. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 68 с. - ISBN 978-5-7782-3036-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230361.html> - Режим доступа : по подписке.

2. Гаврилов А.Н., Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы) : учеб. пособие / А.Н. Гаврилов, Ю.П. Барметов, А.А. Хвостов - Воронеж : ВГУИТ, 2016. - 243 с. - ISBN 978-5-00032-176-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000321768.html> - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература:

1. Глазырин Г.В., Теория автоматического регулирования : учеб. пособие / Глазырин Г.В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 168 с. - ISBN 978-5-7782-2473-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224735.html> - Режим доступа : по подписке.

2. Певзнер Л.Д., Теория систем управления / Певзнер Л.Д. - М: Издательство Московского государственного горного университета, 2002. - ISBN 5-7418-0076-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5741800769.html> - Режим доступа : по подписке.

в) методические рекомендации:

1. Методические указания к самостоятельному изучению курса по дисциплине: «Основы автоматизированного проектирования» / Сост. Шатова Н.А. Луганск: Изд-во ВНУ им. В.И. Даля, 2014. – 22 с.

г) интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Теория автоматизированного управления и автоматика в электромеханике» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине

«Теория автоматического управления и автоматика в электромеханике»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	ПК-03	Способен решать производственные задачи при проектировании и наладке объектов профессиональной деятельности	ПК-03.1. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при проектировании и наладке объектов профессиональной деятельности; ПК-03.2. Обладает готовностью к участию в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов, современного программного обеспечения, в том числе текстовых редакторов и графических программы. ПК-03.3. Способен обеспечивать поддержание оптимальных режимов работы объектов профессиональной деятельности	Тема 1. Обобщенная функциональная схема разомкнутой системы управления.	7
				Тема 2. Уравнения звеньев.	7
				Тема 3. Весовая функция звена.	7
				Тема 4. Позиционные звенья САУ. Идеальное усилительное звено	7
				Тема 5. Аperiodическое звено второго порядка.	7
				Тема 6. Колебательное звено.	7
				Тема 7. Типы интегрирующих и дифференцирующих звеньев. Идеальное интегрирующее звено.	7
				Тема 8. Идеальное дифференцирующее звено.	7
				Тема 9. Передаточная функция и характеристики разомкнутой цепи звеньев. Цепь из последовательно соединенных звеньев.	7
				Тема 10. Цепи с местной обратной связью.	7
				Тема 11. Структурные преобразования	7

			Тема 12. Передаточная функция между произвольными узлами схемы	7
			Тема 13. Передаточные функции и уравнения замкнутой системы.	7
			Тема 14. Пример вывода различных передаточных функций.	8
			Тема 15. Процесс управления и требования к нему.	8
			Тема 16. Алгебраические критерии устойчивости.	8
			Тема 17. Критерий устойчивости Найквиста.	8
			Тема 18. Система, нейтральная в разомкнутом состоянии.	8
			Тема 19. Понятие точности САУ.	8
			Тема 20. Показатели качества переходного процесса.	8
			Тема 21. Последовательные корректирующие устройства	
			Тема 22. Увеличение общего коэффициента усиления разомкнутой цепи.	8
			Тема 23. Параллельные корректирующие устройства	
			Тема 24. Отрицательная жесткая обратная связь (ОЖОС).	8
			Тема 25. Корректирующие устройства по внешнему воздействию.	

				Инвариантность.	
				Тема 26. Особенности динамики систем управления непрерывными динамическими объектами с цифровыми регуляторами.	8

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
6	ПК-03	ПК-03.1. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при проектировании и наладке объектов профессиональной деятельности; ПК-03.2. Обладает готовностью к участию в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов, современного программного обеспечения, в том числе текстовых редакторов и графических	Знать: нормативную базу, устройства и принципы работы объектов профессиональной деятельности; Уметь: разрабатывать конструкторскую документацию; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой конструкторской документации нормативным документам; обеспечивать экологическую безопасность проектируемых объектов профессиональной деятельности; Владеть: навыками конструирования объектов	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10 Тема 11 Тема 12 Тема 13 Тема 14 Тема 15 Тема 16 Тема 17 Тема 18 Тема 19 Тема 20 Тема 21 Тема 22 Тема 23 Тема 24 Тема 25 Тема 26	Вопросы для защиты лабораторных работ,

		программы. ПК-03.3. Способен обеспечивать поддержание оптимальных режимов работы объектов профессиональной деятельности	профессиональной деятельности.		
--	--	--	--------------------------------	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Теория автоматического управления и автоматика в электромеханике»

Оценочные средства для текущей аттестации (лабораторные работы):

1. Какие меню содержатся в главном меню VisSim?
 2. Как создать этикетку?
 3. Как изменить шрифт этикетки на кириллицу?
 4. Как изменить цвет раскраски этикетки?
 5. Как создать комментарий?
 6. Как выставить в рабочее пространство VisSim'a генератор синусоиды?
- Как и какие параметры синусоиды можно изменить?
7. Как соединять и разъединять блоки?
 8. Порядок использования осциллографа. Как и какие настройки его можно менять? Как получить размер plot'a во весь экран?
 9. Как записать значения полученной на осциллографе функции в файл?
 10. Что такое meter в VisSim'e?
 11. Как изменить время симуляции, т.е. время, в течение которого производится моделирование процессов?
 12. Как изменить количество точек на графике?
 13. Как сохранить значения точек кривой полученной на осциллографе в файле в виде таблицы? Как и где следует сохранять диаграммы VisSim'a?
 14. Какие версии VisSim'a Вы знаете
 15. Каковы цели и задачи работы?
 16. Что такое типовые звенья линейных систем? Для чего они используются?
 17. Какие типы звеньев Вы знаете?
 18. Какие характеристики звеньев Вы знаете?
 19. Что такое ступенчатое единичное воздействие $1(t)$?
 20. Что такое переходная характеристика звена? Что она может характеризовать?
 21. Что такое интегратор, апериодическое звено, колебательное звено? Как выглядят их переходные характеристики?
 22. Как построить в среде VisSim блок-схему, позволяющую определить реакцию интегратора на ступенчатое воздействие? А на синусоидальное воздействие?

23. Порядок определения переходной характеристики апериодического звена.
24. Порядок определения переходной характеристики колебательного звена.
25. Какие свойства осциллографа plot можно поменять для улучшения наглядности графика?
26. Как изменить число точек на графике? Что при этом следует контролировать? Как сохранить значения координат точек графика в файле?
27. Где и как следует сохранять созданную, оформленную отлаженную и отредактированную программу?
28. Что такое ЛАЧХ?
29. Что такое ЛФЧХ?
30. Как построить ЛАЧХ линейного звена в Vissim'e?
31. Как построить ЛФЧХ линейного звена в Vissim'e?
32. Как влияет постоянная времени апериодического звена на ширину его полосы пропускания?
33. Чему равен фазовый сдвиг (аргумент комплексного коэффициента передачи) апериодического звена на частоте $\omega=1/T$?
34. Записать выражения для передаточных функций апериодического и колебательного звеньев, пояснить названия и смысл параметров.
35. Какое значение декремента затухания минимизирует длительность переходного процесса колебательного звена? Какова минимальная степень системы, состоящей из устойчивых элементов, способной быть неустойчивой?
36. Какие запасы устойчивости следует обеспечить, чтобы качество САР было удовлетворительным?
37. Как построить ЛАЧХ и ЛФЧХ в среде VisSim?
38. Как создать составной блок, т.е. объединить несколько блоков в одном? Как повернуть блок на диаграмме на 180° ?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству текущего контроля (лабораторная работа)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, нет погрешностей в оформлении работы.
хорошо (4)	задания лабораторной работы выполнены с несущественными недочетами или неточностями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями, присутствуют некоторые погрешности в оформлении.
удовлетворительно (3)	выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями, допущено небрежность и неточность у оформления.

незачтено (2)	Студентом допущены серьезные ошибки по содержанию работы или задания лабораторной работы выполнены неправильно; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.
---------------	--

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет):

1. Инвариантные системы. Абсолютная, полная и частичная инвариантность.
2. Схема компенсации возмущающего воздействия.
3. Системы автоматического управления с запаздыванием. Запаздывающее звено и его характеристики.
4. Особенности оценки устойчивости систем с запаздыванием.
5. Как включаются корректирующие устройства?
6. Что называется местными обратными связями и для чего они служат?
7. В чем особенности гибкой и жесткой обратных связей? Как они реализуются?
8. Как улучшить динамические свойства САУ, если сам объект управления имеет плохие динамические показатели?
9. Что называется синтезом корректирующих устройств?
10. Как влияет на динамические и статические свойства САУ увеличение коэффициента усиления регулятора?
11. Как отразится на динамических свойствах САУ увеличение постоянной времени самого инертного звена?
12. Как отразится на динамических свойствах САУ увеличение постоянной времени самого динамического звена?
13. Как отразится на динамических свойствах САУ уменьшение постоянной времени самого инертного звена?
14. Как отразится на динамических свойствах САУ уменьшение постоянной времени самого динамического звена?
15. В чем состоит особенность статического режима астатической САУ?
16. Можно ли добиться астатизма без включения интегрирующего звена?
17. Как отражается на динамических свойствах САУ величина частоты среза?
18. Как отражается на динамических свойствах САУ наклон высокочастотного участка ЛАЧХ?
19. Как отражается на динамических свойствах САУ наклон низкочастотного участка ЛАЧХ?
20. Что называется демпфированием с поднятием высоких частот?
21. Что называется демпфированием с подавлением высоких частот?
22. Что называется демпфированием с подавлением средних частот?
23. Как изменятся динамические и статические характеристики САУ при включении в регулятор интегрирующего звена?
24. Как изменятся динамические и статические характеристики САУ при включении в регулятор астатического звена?

25. Как изменятся динамические и статические характеристики САР при включении в регулятор форсирующего звена?

26. Как осуществляется последовательная коррекция по задающему воздействию?

27. Как осуществляется коррекция с использованием неединичной обратной связи?

28. В чем общий недостаток астатических САУ без интегрирующего звена?

29. Как подобрать передаточную функцию корректирующего устройства при компенсации возмущающего воздействия

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (зачет)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
зачтено	Студент показывает хорошие знания учебного материала по дисциплине, знает сущность и характеристику основных понятий, владеет терминологией. Студент способен логично и последовательно изложить учебный материал по дисциплине, раскрыть смысл вопросов по темам, дает удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы, систематически активен на практических занятиях и лабораторных работах.
не зачтено	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки, владеет отрывочными знаниями основных понятий, дает неполные или неверные ответы на вопросы по темам курса. Текущая успеваемость по дисциплине неудовлетворительная, студент не участвует в работе на практических занятиях и лабораторных работах. Выполняет не все виды работ по дисциплине

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен):

1. Основные понятия и определения ТАУ.
2. Основные задачи теории автоматического управления.
3. Основные принципы регулирования.
4. Принцип разомкнутого управления.
5. Функциональные схемы.
6. Принцип управления по возмущению. Идея принципа. Недостатки принципа. Инвариантность управляемой величины.
7. Принцип обратной связи: Типовая функциональная схема САР. Назначение и характеристика функциональных элементов. Пример системы автоматического регулирования напряжения генератора постоянного тока.
8. Классификация САР. По алгоритму функционирования, по виду используемой энергии, по наличию дополнительных
9. Классификация САР. По количеству величин. По числу контуров управления. По виду математического описания. По виду сигналов системы. По виду установившейся ошибки регулирования.
10. Статическое и астатическое регулирование. Передаточные функции и основные характеристики статических и астатических систем.

11. Математическое описание элементов и систем автоматического регулирования. Дифференциальные уравнения звеньев и систем. Линеаризация нелинейных зависимостей
12. Математическая модель. Режимы систем.
13. Алгоритмическая (Структурная) схема. Общий вид линейной системы автоматического управления. Линеаризация. Графически. Аналитически.
14. Преобразование Лапласа в применении к ТАУ. Понятие передаточной функции системы.
15. Анализ и синтез САУ при использовании прикладных математических методов операционного исчисления. Интеграл Лапласа. Комплексная переменная. Преобразование Лапласа.
16. Применение преобразования Лапласа. Передаточная функция. Передаточная функция звена или системы.
17. Типовые внешние воздействия.
18. Временные характеристики звеньев и систем.
19. Частотные характеристики. Основные понятия и определения, виды характеристик. Типовые внешние воздействия. Воздействие с наиболее неблагоприятным законом изменения. Воздействие с законом наиболее близким к реальному. С наиболее простым математическим описанием.
20. Частотные характеристики динамических звеньев и систем. Амплитуда и фаза выходных .
21. Алгоритмические схемы САУ. Передаточные функции типовых соединений звеньев. Эквивалентные преобразования алгоритмических схем.
22. Последовательное соединение динамических звеньев. Параллельное соединение динамических звеньев.
23. Встречно – параллельное соединение (охват звена обратной связи). Правила переноса точки съема сигнала и сумматора.
24. Передаточная функция разомкнутой САУ, передаточная функция замкнутой САУ относительно задающего воздействия, относительно возмущающего воздействия и для ошибки регулирования.
25. Характеристические уравнения систем. Типовая структура замкнутой САУ, передаточная функция и характеристическое уравнение разомкнутой системы. Характеристическое уравнение разомкнутой системы.
26. Типовые динамические звенья и их характеристики (безынерционное, инерционное, интегрирующее, дифференцирующее, колебательное, форсирующее). Реальные интегрирующее и дифференцирующее звенья.
27. Интегро-дифференцирующие и изодромные звенья.
28. Типовые законы регулирования. Типовые передаточные функции автоматических регуляторов. 5 основных типов регуляторов.
29. Получение и построение частотных характеристик. Построение АФХ разомкнутой системы. Связь между частотными характеристиками разомкнутой и замкнутой систем.
30. Получение и построение ЛАЧХ разомкнутой САУ. Связь между логарифмическими частотными характеристиками разомкнутой и замкнутой систем. Номограммы замыкания.
31. Устойчивость линейных систем автоматического регулирования.

Необходимое и достаточное условие устойчивости. Структурная устойчивость систем

32. Алгебраические критерии устойчивости Гурвица и Гауса.

33. Необходимое и достаточное условие устойчивости:

34. Критерий устойчивости Рауса

35. Частотный критерий устойчивости Михайлова.

36. Критерий устойчивости Найквиста. Особенности применения для астатических систем.

37. Логарифмический критерий устойчивости. Оценка запаса устойчивости по фазе и амплитуде.

38. Точность систем автоматического регулирования.

39. Установившаяся ошибка при различных типовых воздействиях.

Коэффициенты ошибок.

40. Качество процессов регулирования. Основные показатели качества

41. Пути повышения точности САР. Обеспечение устойчивости, увеличение запасов устойчивости линейных систем автоматического регулирования.

42. Синтез линейных систем автоматического регулирования.

43. Последовательные, параллельные корректирующие устройства, корректирующие обратные связи (жесткие и гибкие).

44. Частотные методы синтеза корректирующих устройств.

45. Синтез желаемой ЛАЧХ.

46. Синтез последовательных и встречно-параллельных корректирующих устройств.

47. Синтез встречно параллельного КУ.

48. Реализация корректирующих устройств.

49. Пассивные и активные четырехполюсники постоянного тока, дифференцирующий трансформатор, тахогенератор постоянного тока.

50. Комбинированное регулирование.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом, дает полное и логически стройное изложение содержания при ответе в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает свои ответы, хорошо владеет умениями самостоятельно обобщать и излагать материал и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в ответах, трактовках и определениях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.

удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки и непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме, показывает неусвоение отдельных существенных деталей. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 40% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в определении понятий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)