

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии, Интеллектуальная распределенная энергетика, Цифровые системы управления технологическими процессами

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Рабочая программа дисциплины
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Блок:	Блок 1. «Дисциплины (модули)»
Часть блока:	Формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 7
Часов (всего) по учебному плану:	5 семестр - 252
Лекции	5 семестр - 16 часов
Практические занятия	5 семестр - 32 часа
Лабораторные работы	5 семестр - 16 часов
Консультации по курсовому проекту/ работе:	учебным планом не предусмотрены
Самостоятельная работа	5 семестр - 152 часа
включая: РГР	5 семестр – 18 часов
Промежуточная аттестация: экзамен	5 семестр – 2,5 часа
Контроль: экзамен	5 семестр – 33,5 часа

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.
(должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

С.А. Агринская
(расшифровка подписи)

И.о. заведующего кафедрой Энергетики
(название кафедры)


(подпись)

М.С. Иваницкий
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Теплоэнергетические системы и цифровые технологии, Интеллектуальная распределенная энергетика

Доцент кафедры Энергетики,
к.т.н., доцент
(должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

М.М. Султанов
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Цифровые системы управления технологическими процессами

Доцент кафедры Энергетики,
к.т.н., доцент
(должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

И.А. Болдырев
(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего кафедрой Энергетики
(название кафедры)


(подпись)

М.С. Иваницкий
(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение теоретических основ управления сложными энергетическими процессами на базе современных технических средств.

Задачами дисциплины являются:

- знакомство с краткой историей развития автоматики в России и мире как науки, основными типами технологического оборудования, подлежащего автоматизации;
- знакомство с основными проблемами автоматизации технологических процессов;
- приобретение практических навыков при анализе и синтезе систем автоматического управления технологическими процессами.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1. Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов, проведении расчетов и экспериментов в соответствии с типовыми методиками и средствами автоматизации, обработкой полученных результатов, соблюдении производственной и экологической безопасности, управлении, эксплуатации, обслуживании, доводке процессов и ремонте технологического оборудования	ПК-1.1 Выполняет сбор и анализ данных для исследований по заданной тематике, составляет конкурентно-способные варианты технических решений.	знать: <ul style="list-style-type: none">– основные принципы построения систем управления;– математический аппарат теории автоматического управления;– структуру и функции систем автоматического управления;– основные методы анализа и синтеза систем управления. уметь: <ul style="list-style-type: none">– использовать основные методы анализа и синтеза систем автоматического управления;– обоснованно выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления простейших технологических объектов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Высшая математика», «Теория информационных систем».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Системы автоматизации и управления теплоэнергетических систем», «Технические средства автоматизации энергетического оборудования», «Теория автоматического управления».

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации <i>(по семестрам)</i>	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы							СР		Конт- роль	Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная										
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА					
1	Основные понятия и принципы управления	19	5	4	6	4	–	–	–	32	–	Изучение теоретического и практического материала: [1] стр. 9-20 Выполнение домашнего задания: [2] стр. 7-8, 11, 14-15 Выполнение №1 из расчетного задания		
2	Математическое описание непрерывных систем управления	27	5	4	10	4	–	–	–	32	–	Изучение теоретического и практического материала: [1] стр. 21-83 Выполнение домашнего задания: [2] стр. 36-55 Выполнение №2-3 из расчетного задания.		
3	Устойчивость непрерывных систем управления	29	5	4	8	4	–	–	–	36	–	Изучение теоретического и практического материала: [1] стр. 88-120 Выполнение домашнего задания: [2] стр. 59, 62 Выполнение №4 из расчетного задания.		
4	Структура системы управления и ее функции	15	5	4	8	4	–	–	–	52	–	Изучение теоретического и практического материала: [3] стр. 107-167 Выполнение домашнего задания: [2] стр. 22- 35		
	Экзамен	36	5	–	–	–	–	–	2,5	–	33,5	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена		
	Итого за семестр	252	–	16	32	16	–	–	2,5	152	33,5			

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

3.2 Краткое содержание разделов

5 семестр

1. Основные понятия и принципы управления

Основные понятия и определения. Классификация систем автоматического управления. Задачи автоматического управления. Принципы управления.

2. Математическое описание непрерывных систем управления

Способы математического описания звеньев и систем. Составление дифференциальных уравнений линейных систем. Передаточные функции линейных звеньев. Типовые динамические звенья. Соединения звеньев. Передаточные функции основных соединений линейных звеньев. Временные характеристики линейных звеньев. Частотные характеристики линейных звеньев и их основных соединений. Разгонные характеристики. Определение передаточных функций объектов регулирования по их переходным характеристикам. Законы регулирования и способы их реализации.

3. Устойчивость непрерывных систем управления

Понятие об устойчивости линейных систем. Методы анализа систем на устойчивость. Критерии устойчивости Рауса-Гурвица, Михайлова и Найквиста. Критерии качества процессов регулирования. Оценка критериев качества по кривой процесса регулирования. Показатели качества.

4. Структура системы управления и ее функции

Основные функции АСУ. Информационные функции систем управления. Управляющие функции систем управления. Дистанционное управление в АСУ и его виды. Автоматическое регулирование в АСУ. Логическое управление в АСУ. Автоматические защиты и блокировки. Вспомогательные функции систем управления.

3.3. Темы практических занятий

5 семестр

1. Уравнения и передаточные функции (4 часа).
2. Временные и частотные характеристики (6 часов).
3. Структурные схемы (4 часа).
4. Граф системы управления (2 часа).
5. Математическое описание некоторых технических устройств (6 часов).
6. Алгебраические критерии устойчивости (4 часа).
7. Частотные критерии устойчивости (6 часов)

3.4. Темы лабораторных работ

5 5 семестр

1. Исследование временных характеристик типовых динамических звеньев (4 часа).
2. Исследование частотных характеристик типовых динамических звеньев (4 часа).
3. Определение передаточной функции объекта управления по экспериментальной переходной характеристике (4 часа).
4. Определение оптимальных параметров настройки регуляторов по расширенной АФЧХ разомкнутой системы (4 часа).

3.5. РГР

Тематика расчетного задания: Расчет одноконтурной системы автоматического регулирования.

3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/курсовая работа учебным планом не предусмотрены.

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды компетенции и индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
основные принципы построения систем управления	ПК-1.1	X				Тест «Основные понятия и принципы управления»
математический аппарат теории автоматического управления	ПК-1.1		X			Тест «Математическое описание элементов систем автоматического управления»
структуру и функции систем автоматического управления	ПК-1.1				X	Тест «Функции систем управления технологическими процессами»
основные методы анализа и синтеза систем управления	ПК-1.1		X	X		Тест «Типовые соединения звеньев в системах управления. Основные алгоритмы регулирования» Тест «Устойчивость линейных систем автоматического управления»
Уметь:						
использовать основные методы анализа и синтеза систем автоматического управления	ПК-1.1	X	X			Лабораторная работа «Исследование временных характеристик типовых динамических звеньев» Лабораторная работа «Исследование частотных характеристик типовых динамических звеньев» Защита расчетного задания (задание №1-2)
обоснованно выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления простейших технологических объектов	ПК-1.1			X	X	Лабораторная работа «Определение передаточной функции объекта управления по экспериментальной переходной характеристике» Лабораторная работа «Определение оптимальных параметров настройки регуляторов по расширенной АФЧХ разомкнутой системы» Защита расчетного задания (задание

						№3-4)
--	--	--	--	--	--	-------

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:

5 семестр

– тестирование:

1. Тест «Основные понятия и принципы управления»
2. Тест «Математическое описание элементов систем автоматического управления»
3. Тест «Типовые соединения звеньев в системах управления. Основные алгоритмы регулирования»
4. Тест «Устойчивость линейных систем автоматического управления»
5. Тест «Функции систем управления технологическими процессами»

– лабораторные работы:

1. Лабораторная работа «Исследование временных характеристик типовых динамических звеньев»
2. Лабораторная работа «Исследование частотных характеристик типовых динамических звеньев»
3. Лабораторная работа «Определение передаточной функции объекта управления по экспериментальной переходной характеристике»
4. Лабораторная работа «Определение оптимальных параметров настройки регуляторов по расширенной АФЧХ разомкнутой системы»

– выполнение и защита расчетного задания

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):

5 семестр

Экзамен.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В приложение к диплому вносится оценка за экзамен.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. **Ким, Д. П.** Теория автоматического управления. В 2 т. Т. 1. Линейные системы / Д. П. Ким. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 312 с.
2. **Ким, Д. П.** Сборник задач по теории автоматического управления. Линейные системы / Д.П. Ким, Н.Д. Дмитриева. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 168 с.
3. **Плетнев, Г. П.** Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учебник для студентов вузов / Плетнев Г. П. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. – ISBN 978-5-383-01083-9. – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010839>
4. **Ротач, В. Я.** Теория автоматического управления: учебник для студентов вузов / В. Я. Ротач. – 4-е изд., стер. – М. : Издат. дом МЭИ, 2007. – 400 с.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Microsoft Word, SMath Studio, Microsoft Excel, Power Point.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>
2. Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>
3. Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>
4. База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>
5. База данных Scopus <https://www.scopus.com>
6. Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
9. База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>
13. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
14. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>
15. Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>
16. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
17. Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях, снабженных оборудованием для показа обучающих материалов, средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер). Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах.

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматизация технологических процессов

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- | | |
|-------|--|
| КМ-1 | Тест «Основные понятия и принципы управления» |
| КМ-2 | Тест «Математическое описание элементов систем автоматического управления» |
| КМ-3 | Лабораторная работа «Исследование временных характеристик типовых динамических звеньев» |
| КМ-4 | Лабораторная работа «Исследование частотных характеристик типовых динамических звеньев» |
| КМ-5 | Тест «Типовые соединения звеньев в системах управления. Основные алгоритмы регулирования» |
| КМ-6 | Лабораторная работа «Определение передаточной функции объекта управления по экспериментальной переходной характеристике» |
| КМ-7 | Тест «Устойчивость линейных систем автоматического управления» |
| КМ-8 | Лабораторная работа «Определение оптимальных параметров настройки регуляторов по расширенной АФЧХ разомкнутой системы» |
| КМ-9 | Тест «Функции систем управления технологическими процессами» |
| КМ-10 | Выполнение и защита расчетного задания |

Вид промежуточной аттестации – экзамен.

Трудоемкость дисциплины = 7 з.е.

[illegible]

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

**Наименование образовательной программы: Теплоэнергетические системы и цифровые технологии,
Интеллектуальная распределенная энергетика, Цифровые системы управления технологическими
процессами**

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Оценочные материалы по дисциплине

Б1.В.04 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости.

Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Коды индикаторов достижения компетенции	Оценочное средство (тип и наименование)
Знать:		
основные принципы построения систем управления	ПК-1.1	Тест «Основные понятия и принципы управления»
математический аппарат теории автоматического управления	ПК-1.1	Тест «Математическое описание элементов систем автоматического управления»
структуру и функции систем автоматического управления	ПК-1.1	Тест «Функции систем управления технологическими процессами»
основные методы анализа и синтеза систем управления	ПК-1.1	Тест «Типовые соединения звеньев в системах управления. Основные алгоритмы регулирования» Тест «Устойчивость линейных систем автоматического управления»
Уметь:		
использовать основные методы анализа и синтеза систем автоматического управления	ПК-1.1	Лабораторная работа «Исследование временных характеристик типовых динамических звеньев» Лабораторная работа «Исследование частотных характеристик типовых динамических звеньев» Защита расчетного задания (задание №1-2)
обоснованно выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления простейших технологических объектов	ПК-1.1	Лабораторная работа «Определение передаточной функции объекта управления по экспериментальной переходной характеристике» Лабораторная работа «Определение оптимальных параметров настройки регуляторов по расширенной АФЧХ разомкнутой системы» Защита расчетного задания (задание №3-4)

Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

Тест «Основные понятия и принципы управления»

Тест состоит из 5 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

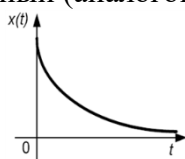
1. ... – целенаправленное воздействие на какое-либо устройство, объект.
2. ... – канал связи, по которому информация о текущем состоянии объекта управления поступает в управляющее устройство.
3. Установите соответствие между определениями и понятиями

Определения
1. система, в которой не осуществляется контроль управляемой величины, т.е. входными воздействиями ее управляющего устройства являются только внешние (задающее и возмущающее) воздействия.
2. система, в которой входными воздействиями ее управляющего устройства являются как внешнее (задающее), так и внутреннее (контрольное) воздействия.
3. система, в которой входными воздействиями ее управляющего устройства являются как внешние (задающее и возмущающее), так и внутреннее (контрольное) воздействия.

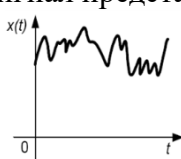
Понятия
а) разомкнутая система управления
б) комбинированная система управления
в) замкнутая система управления

4. ... – система управления, алгоритм функционирования которой содержит предписание поддерживать значение управляемой величины постоянным
 $x(t) \approx x_3 = \text{const.}$

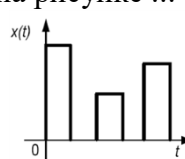
5. Непрерывный (аналоговый) сигнал представлен на рисунке ...



а)



б)



в)

По результатам тестирования выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 70% заданий;
- 4 балла, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

Тест «Математическое описание элементов систем автоматического управления»

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

1. Определить передаточную функцию в операторной форме системы управления, которая описывается следующим уравнением (y – выход, u – вход):

$$\ddot{y} + 4\dot{y} + 3y = 5\dot{u} + u.$$
2. Записать дифференциальные уравнения системы управления с одним выходом y и двумя входами u и v :

$$W_u(p) = \frac{5p+4}{p^3+2p^2+4p+3} \quad W_v(p) = \frac{p+2}{p^3+2p^2+4p+3}.$$

3. Установите соответствие между звеньями и их передаточными функциями

Звено

1. безынерционное (пропорциональное)
2. апериодическое (инерционное 1-го порядка)
3. идеально дифференцирующее
4. интегрирующее

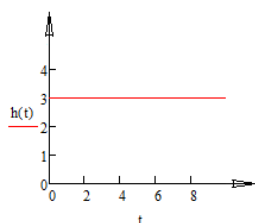
Передаточная функция
а) $W(p) = k$
б) $W(p) = \frac{k}{p}$
в) $W(p) = k \cdot p$
г) $W(p) = \frac{k}{T \cdot p + 1}$

4. Установите соответствие между определениями и терминами

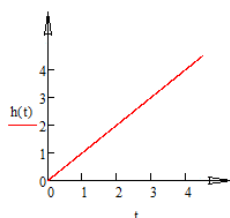
Определения
1. Реакция звена или системы на единичное ступенчатое воздействие при нулевых начальных условиях.
2. Реакция звена или системы на единичное импульсное воздействие при нулевых начальных условиях.
3. Зависимость отношения амплитуд выходного и входного сигналов от частоты
4. Зависимость запаздывания выходного сигнала по отношению к входному

Термины
а) импульсная переходная (весовая) характеристика
б) фазо-частотная характеристика
в) переходная характеристика
г) амплитудно-частотная характеристика

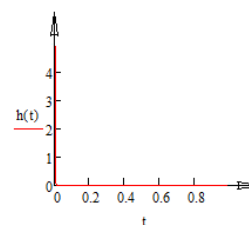
5. Переходная характеристика пропорционального звена представлена на рисунке...



а)

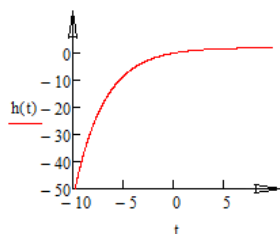


б)

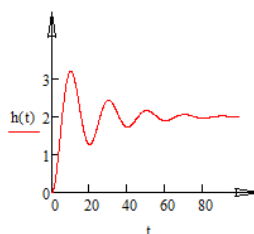


в)

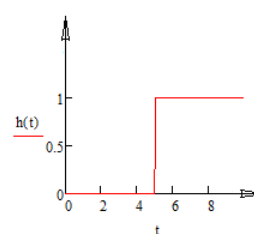
6. Переходная характеристика апериодического звена представлена на рисунке...



а)



б)



в)

По результатам тестирования выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 70% заданий;
- 4 балла, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

Тест «Функции систем управления технологическими процессами»

Тест состоит из 6 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

1. ... – первичные преобразователи, предназначенные для сбора информации
2. ... АСУ ТП – совокупность действий системы, направленных на достижение частной цели управления.
3. Укажите информационные функции:
 - а) дистанционное управление;
 - б) регистрация величин;
 - в) сигнализация;
 - г) автоматическое регулирование;
 - д) диагностика состояния технологического оборудования.
4. Индивидуальное дистанционное управление означает:
 - а) один командный аппарат может управлять несколькими приводами с помощью специального устройства;
 - б) каждый командный аппарат управляет своим приводом;
 - в) управление несколькими приводами во всех технологических режимах подчиняется жесткой логике, и они могут быть объединены в группу, управляемую одним командным аппаратом.
5. ... управление предназначено для передачи управляющих воздействий от операторов или автоматических устройств в технологическую схему объекта путем изменения состояния механизмов собственных нужд, управляющих электронагревателей, запорных и регулирующих органов.
6. Регулирующие органы ... типа изменяют расход среды за счет изменения скорости и площади сечения потока при прохождении его через дросселирующее устройство, гидравлическое сопротивление которого является величиной переменной.

По результатам тестирования выставляется:

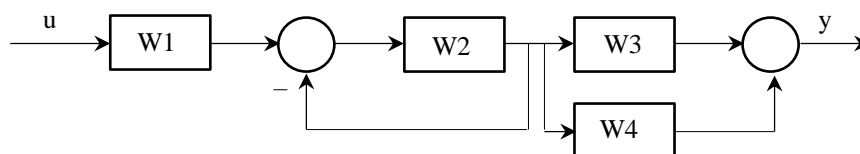
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 70% заданий;
- 4 балла, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

Тест «Типовые соединения звеньев в системах управления. Основные алгоритмы регулирования»

Тест состоит из 5 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

1. Изобразите систему, состоящую из n последовательно соединенных звеньев, и найдите её передаточную функцию
2. Передаточная функция системы, представленной на рисунке



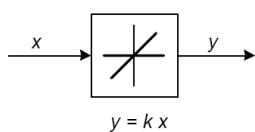
имеет вид...

а)
$$W(p) = \frac{W1(p) \cdot W2(p)}{(1+W2(p)) \cdot (W3(p)+W4(p))}$$

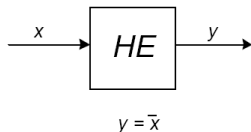
б)
$$W(p) = \frac{W1(p) \cdot W2(p)}{(1-W2(p)) \cdot W3(p) \cdot W4(p)}$$

$$в) W(p) = \frac{W1(p) \cdot W2(p)}{1 - W2(p)} \cdot (W3(p) + W4(p))$$

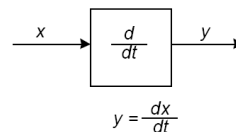
3. Статическое алгоритмическое звено изображено на рисунке...



а)



б)



в)

4. При пропорциональном алгоритме регулирования:
- управляющее воздействие пропорционально сигналу ошибки;
 - управляющее воздействие пропорционально интегралу сигнала ошибки;
 - управляющее воздействие пропорционально как самому сигналу ошибки, так и его интегралу;
 - управляющее воздействие пропорционально как самому сигналу ошибки, так и его производной;
 - управляющее воздействие пропорционально как самому сигналу ошибки, так и его интегралу и производной.
5. Благодаря этому регулятору достигается эффект упреждения. Недостатком является невозможность обеспечения высокой точности регулирования.
- П – регулятор;
 - И – регулятор;
 - ПИ – регулятор;
 - ПД – регулятор;
 - ПИД – регулятор.

По результатам тестирования выставляется:

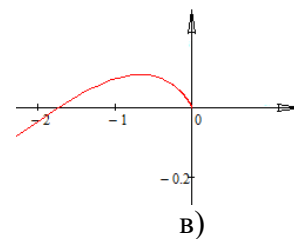
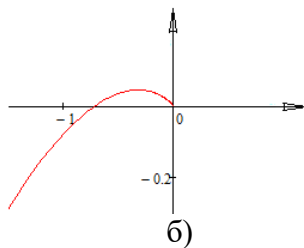
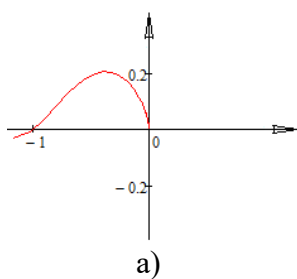
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 70% заданий;
- 4 балла, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

Тест «Устойчивость линейных систем автоматического управления»

Тест состоит из 5 вопросов. Время выполнения 10 минут.

Пример варианта теста:

- Сформулируйте понятие устойчивости системы.
- Для того чтобы система управления была устойчива, необходимо и достаточно:
 - чтобы все корни ее характеристического уравнения имели отрицательную вещественную часть;
 - чтобы все корни ее характеристического уравнения имели положительную вещественную часть;
 - чтобы все корни характеристического уравнения были левыми.
- Алгебраические критерии устойчивости
 - Рауса-Гурвица;
 - Михайлова;
 - Льенара-Шипара;
 - Найквиста.
- На каком рисунке изображена устойчивая система



5. Сформулируйте критерий устойчивости Михайлова.

По результатам тестирования выставляется:

- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 5 баллов, если правильно выполнено не менее 70% заданий;
- 4 балла, если правильно выполнено не менее 50% заданий.

Выполнение и защита лабораторных работ

Работа №1. Исследование временных характеристик типовых динамических звеньев.

Контрольные вопросы:

1. Что такое «типовое звено» САР? Назовите типовые звенья.
2. Что такое передаточная функция САР? Что она характеризует.
3. Что такое «временные характеристики САР»?
4. Что представляет собой единичная ступенчатая функция?
5. Что называется переходной характеристикой?
6. Что представляет собой единичная импульсная функция?
7. Что называется импульсной переходной (весовой) характеристикой?
8. Какая связь между передаточной функцией и временными характеристиками?
9. Как меняются временные характеристики статических звеньев с изменением коэффициента усиления звена?
10. Как отличить колебательное звено от апериодического звена II-го порядка по виду передаточной функции?

По результатам защиты лабораторной работы выставляется:

- 6 баллов, если лабораторная работа выполнена верно, грамотно оформлена, даны правильные ответы на контрольные вопросы;
- 5 баллов, если лабораторная работа выполнена верно, грамотно оформлена, но при ответах на контрольные вопросы были допущены ошибки;
- 4 балла, были погрешности при выполнении и оформлении лабораторной работы, но на контрольные вопросы были даны правильные ответы.

Работа №2. Исследование частотных характеристик типовых динамических звеньев.

Контрольные вопросы:

1. Что такое «типовое звено» САР? Назовите типовые звенья.
2. Что называется частотными характеристиками?
3. Как определяется АЧХ?
4. Как определяется ФЧХ?
5. Как строится АФЧХ?
6. АФЧХ и ее взаимосвязь с АЧХ и ФЧХ.

По результатам защиты лабораторной работы выставляется:

- 6 баллов, если лабораторная работа выполнена верно, грамотно оформлена, даны правильные ответы на контрольные вопросы;
- 5 баллов, если лабораторная работа выполнена верно, грамотно оформлена, но при ответах на контрольные вопросы были допущены ошибки;
- 4 балла, были погрешности при выполнении и оформлении лабораторной работы, но на контрольные вопросы были даны правильные ответы.

Работа №3. Определение передаточной функции объекта управления по экспериментальной переходной характеристике.

Контрольные вопросы:

1. Что такое «типовое звено» САР? Назовите типовые звенья.
2. Что такое передаточная функция САР? Что она характеризует.
3. Передаточные функции основных соединений линейных звеньев
4. Как получают кривую разгона?
5. Как меняются временные характеристики статических звеньев с изменением коэффициента усиления звена?
6. Что называется временем разгона объекта?
7. Что называется скоростью разгона?
8. Что такое запаздывание процесса регулирования?

По результатам защиты лабораторной работы выставляется:

- 6 баллов, если лабораторная работа выполнена верно, грамотно оформлена, даны правильные ответы на контрольные вопросы;
- 5 баллов, если лабораторная работа выполнена верно, грамотно оформлена, но при ответах на контрольные вопросы были допущены ошибки;
- 4 балла, были погрешности при выполнении и оформлении лабораторной работы, но на контрольные вопросы были даны правильные ответы.

Работа №4. Определение оптимальных параметров настройки регуляторов по расширенной АФЧХ разомкнутой системы.

Контрольные вопросы:

1. Поясните достоинства и недостатки линейных законов регулирования.
2. Передаточные функции основных соединений линейных звеньев.
3. Дайте определение устойчивости системы с физической и математической точек зрения.
4. Критерий устойчивости Найквиста для систем, устойчивых и неустойчивых в разомкнутом состоянии.
5. Использование показателя колебательности для определения запаса устойчивости.
6. Какой характер имеет переходный процесс в устойчивой и неустойчивой системах?
7. Что представляют собой критерии качества?
8. Определите показатели качества переходного процесса и частотные показатели, поясните их физический смысл.
9. В чем удобство и недостатки интегральных критериев качества?
10. Каким образом экспериментальным путем можно оценить качество работы системы?

По результатам защиты лабораторной работы выставляется:

- 6 баллов, если лабораторная работа выполнена верно, грамотно оформлена, даны правильные ответы на контрольные вопросы;
- 5 баллов, если лабораторная работа выполнена верно, грамотно оформлена, но при ответах на контрольные вопросы были допущены ошибки;
- 4 балла, были погрешности при выполнении и оформлении лабораторной работы, но на контрольные вопросы были даны правильные ответы.

Расчетное задание «Расчет одноконтурной системы автоматического регулирования»

Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания по индивидуальным вариантам.

Содержание расчетного задания:

Часть I. Получить математическое описание объекта управления.

Часть II. Провести синтез системы автоматического регулирования для объекта управления из п. I

Часть III. Провести проверку на устойчивость полученной системы регулирования, используя один из критериев устойчивости.

Часть IV. Провести расчет показателей качества по переходной характеристике замкнутой системы регулирования.

Срок выполнения расчетного задания по окончании изучения модуля.

По результатам выполнения расчетного задания выставляется:

- 6 баллов, если все задания выполнены правильно, на защите даны верные развернутые ответы на поставленные вопросы;
- 5 баллов если все задачи расчетного задания выполнены правильно, но на защите при ответе на некоторые из поставленных вопросов допущены неточности либо даны неполные ответы;
- 4 балла, если все задания выполнены правильно, но на защите ответы на вопросы содержат грубые ошибки либо ответов нет.

Промежуточная аттестация

5 семестр

Экзамен

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и практическое задание.

Примеры теоретических вопросов билета:

1. Основные понятия и определения теории автоматического управления.
2. Классификация систем автоматического управления.
3. Основные принципы систем управления.
4. Способы математического описания звеньев и систем.
5. Составление дифференциальных уравнений линейных систем.
6. Типовые динамические звенья.
7. Соединения звеньев. Передаточные функции основных соединений линейных звеньев.
8. Временные характеристики линейных звеньев.
9. Частотные характеристики линейных звеньев.
10. Передаточные функции линейных звеньев.
11. Понятие об устойчивости линейных систем.
12. Показатели качества управления АСУ в переходном режиме.
13. Информационные функции систем управления.
14. Управляющие функции систем управления.
15. Вспомогательные функции систем управления.

Примеры практических заданий:

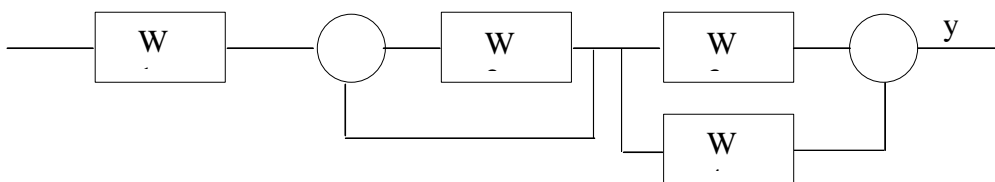
1. Определить передаточную функцию в операторной форме системы управления, которая описывается следующим уравнением (y – выход, u – вход):

$$\ddot{y} + 4\dot{y} + 3y = 5\dot{u} + u.$$

2. Записать дифференциальные уравнения системы управления с одним выходом y и двумя входами u и v :

$$W_u(p) = \frac{5p+4}{p^3+2p^2+4p+3}, W_v(p) = \frac{p+2}{p^3+2p^2+4p+3}.$$

3. Определить передаточную функцию следующей системы:



$$W1 = 2, W2 = \frac{1}{p}, W3 = p, W4 = 5.$$

4. По заданному характеристическому уравнению исследовать устойчивость системы:

$$\lambda^6 + 2\lambda^5 + 3\lambda^4 + 4\lambda^2 + \lambda + 1 = 0.$$

5. По заданной передаточной функции разомкнутой системы исследовать устойчивость замкнутой системы с помощью критерия Найквиста:

$$W(p) = \frac{10}{p-1}.$$

6. Определить переходную и весовую функции следующего звена:

$$W(p) = \frac{5}{0,1p+1}.$$

7. Дано звено, которое описывается уравнением:

$$y + 2\ddot{y} = 10u.$$

Здесь y – выходная переменная, u и v – входные переменные.

Для каждого звена определить:

- 1) постоянные времени и передаточные коэффициенты;
 - 2) собственные операторы и операторы воздействия;
 - 3) передаточные функции.
8. Найти амплитудно- и фазочастотную характеристики следующего звена:

$$W(p) = \frac{5(p+1)}{p(0,1p+1)}.$$

Время подготовки ответа – 60 минут.

По результатам ответа на экзамене выставляется:

- 36-40 баллов, если правильно выполнено практическое задание, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных фактов или решения задач;
- 26-35, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;

- 20-25 баллов, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки;
- 0 баллов, если практическое задание не выполнено или не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для категории 20-25 баллов.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

В зависимости от количества баллов за дисциплину выставляется:

Оценка	Количество баллов
оценка 5 («отлично»)	90 – 100 баллов
оценка 4 («хорошо»)	76 – 89 баллов
оценка 3 («удовлетворительно»)	60 – 75 баллов
оценка 2 («неудовлетворительно»)	0 – 59 баллов