

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06

(индекс дисциплины)

Математическое моделирование АСУ

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **1** Информационно-измерительных технологий и систем управления
Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: **15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Профиль подготовки: **Системы автоматизации и управления технологическими процессами**

Уровень образования: **магистратура**

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	108		108
	Аудиторные занятия	36		10
	Лекции			
	Лабораторные занятия	18		4
	Практические занятия	18		6
	Самостоятельная работа	36		89
	Промежуточная аттестация	36		9
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	1		1
	Зачет			
	Курсовая работа	1		1
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		3		3

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная	3									
Очно-заочная										
Заочная	3									

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным
государственным образовательным стандартом высшего образования
по направлению подготовки 150404

На основании учебных планов № m150404
zm150404

Кафедра-разработчик: Информационно-измерительных технологий и систем управления

Заведующий кафедрой: Сидельников В.И.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Информационно-измерительных технологий и систем управления

Заведующий кафедрой: Сидельников В.И.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области основ математического моделирования, необходимых при проектировании, исследовании и эксплуатации объектов и систем автоматизации и управления.

Дать знания основных этапов, методов и алгоритмов построения математических, статических и динамических моделей объектов и систем управления.

1.3. Задачи дисциплины

- познакомить обучающихся с постановкой задачи и целями математического моделирования, с типами математических моделей;
- с основными положениями теории моделирования систем,
- с современными средствами спецификации и моделирования систем сбора, хранения, обработки и передачи информации, с перспективными направлениями исследований в области моделирования технических систем;
- изучить методы формализации процессов функционирования систем и методы исследования математических моделей систем и процессов, методы имитации пространственно-временного движения объектов;
- освоить современные технические и программные средства моделирования.
- получить опыт работы в среде ОС UNIX, в системах Mathcad, Matlab- Simulink.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-16	способностью проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления	1
Планируемые результаты обучения Знать: 1) методы математического моделирования сложных динамических объектов и систем управления; 2) основные методы исследования сложных систем; Уметь: 1) применять методы математического моделирования для исследования и проектирования сложных динамических объектов управления 2) ставить и решать задачи, связанные с анализом систем Владеть: 1) методами математического моделирования сложных динамических процессов и объектов управления 2) приемами разработки математических моделей систем		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Методы исследования систем			
Тема 1. Понятие системы Определение. Свойства систем. Основные классификационные деления. Классификация систем по их происхождению. Классификация по способу проявления целостности. Классификация по способу управления. Классификация по типу операторов. Классификация по степени сложности. Классификация по степени определенности. Процедуры анализа систем.	9		14
Тема 2. Системы и их модели Множественность моделей систем. Целевая модель систем. Модель «черного ящика». Модель состава системы. Модель структуры. Динамические модели системы. Классификация моделей. Понятие агрегативной модели. Примеры моделей систем управления.	9		14
Текущий контроль 1 Опрос	2		
Учебный модуль 2. Моделирование систем			
Тема 3. Виды моделирования Задачи, решаемые методом моделирования. Системный подход к моделированию. Виды моделирования. Аксиомы теории моделирования. Основные положения теории подобия. Последовательность разработки, построение и исследование моделей. Иерархия вычислительных систем и уровни моделирования.	9		14
Тема 4. Математическое моделирование Классификация математических моделей систем. Этапы математического моделирования. Математическое моделирование систем управления. Принципы построения и основные требования к математическим моделям систем. Цели и задачи исследования математических моделей систем. Общая схема разработки математических моделей систем управления. Формы представления математических моделей. Методы упрощения математических моделей.	9		15
Текущий контроль 2. Опрос	2		2
Учебный модуль 3. Программное обеспечение для моделирования MATHCAD			
Тема 5. Вычислительный эксперимент Последовательность проведения вычислительного эксперимента. Построение математической модели. Построение компьютерной модели. Оценка адекватности модели. Исследование модели. Компонентное моделирование. Реальное, модельное и машинное времена. Механизм продвижения модельного времени.	9		14
Тема 6. Автоматизированные системы моделирования Объектно-ориентированное моделирование и языки программирования. Подсистема Simulink пакета Matlab. Model Vision Studium – инструмент для визуального объектно-ориентированного моделирования сложных динамических систем. Язык Omola и OmSim. Dymola или лаборатория динамических систем. Dymosim. Modelica. Программный комплекс для моделирования и анализа систем управления «Анализ систем». Обработка и анализ результатов моделирования.	9		14
Текущий контроль 3. Опрос	2		
Курсовая работа	12		12
Промежуточная аттестация по дисциплине Экзамен	36		9
ВСЕГО:	108		108

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Не предусмотрено.

3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Процедуры анализа систем.	1	3				
2	Модель «черного ящика».	1	3				
3	Аксиомы теории моделирования	1	3			1	2
4	Описание объектов управления дифференциальными уравнениями	1	3			1	2
5	Оценка адекватности модели	1	3				
6	Подсистема Simulink пакета Matlab	1	3			1	2
ВСЕГО:			18				6

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
4	Описание объектов управления дифференциальными уравнениями	1	3			1	2
4	Решение дифференциальных уравнений в частотных производных методом конечных разностей	1	3			1	2
4	Аппроксимация передаточной функции объекта управления в виде апериодического звена с чистым запаздыванием и построение графиков частотных характеристик	1	3				
5	Построение компьютерной модели.	1	3				
6	Разработка модели в программе Simulink	1	3				
6	Разработка модели в программе «Анализ систем»	1	3				
ВСЕГО:			18				4

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1. Цели и задачи курсовой работы

Цель – изучить заданный технологический процесс производства и получить практические навыки расчета автоматизированных систем управления технологическим процессом

Задачи – закрепить полученные знания по выбору алгоритма управления и расчету настроек регуляторов, а также исследовать возможности системы при различных законах регулирования.

4.2. Тематика курсовой работы

1. Система автоматического регулирования температуры в помещении
2. Система автоматического регулирования температуры в печи
3. Система автоматического регулирования температуры воздуха в теплице
4. Система автоматического регулирования давления в ресивере
5. Система автоматического регулирования угловой скорости гидротурбины

6. Система автоматического регулирования угловой скорости двигателя постоянного тока
7. Система автоматического регулирования температуры теплоносителя

4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется индивидуально, с использованием лабораторного оборудования университета, методических указаний по курсовому проектированию и литературы, рекомендуемой для изучения данной дисциплины.

Результаты представляются в виде отчета, объемом не менее 30 листов формата А4 (приложения в указанный объем не входят), содержащего следующие обязательные элементы:

- Титульный лист.
- Задание на курсовую работу.
- Оглавление.
- Введение.
- Основная часть.
- Заключение.
- Список литературы.
- Приложение.

Основная часть должна содержать:

- характеристика объекта управления.
- техническое задание.
- алгоритмы и схемы функционирования системы управления.
- техническая структура АСУ ТП.
- моделирование работы АСУ ТП.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3	Опрос	1	3				
2	Опрос					1	1

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	1	12			1	27
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	1	12			1	50
Выполнение курсовой работы	1	12			1	12
Подготовка к экзамену	1	36			1	9
ВСЕГО:		36+36				89+9

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрено.

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Саталкина, Л.В. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.В.Саталкина, В.Б.Пеньков. — Л.: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. - 97с. — (ЭБС «IPRbooks»: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22880>)
2. Свешников А.Г. Дифференциальные уравнения [Электрон.ресурс]: Учебник для вузов / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов, А.Б. Васильева - ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 251с. — (ЭБС «КнигаФонд»: Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/174570>)
- 3.
- б) дополнительная учебная литература
 3. Трусов П.В. Введение в математическое моделирование [Электрон.ресурс]: Учебное пособие / под ред. П.В. Трусова - Логос, 2014. – 440с. — (ЭБС «КнигаФонд»: Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/173572>)
 4. Белов, П.С. Математическое моделирование технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / П.С.Белов. — Е.: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2016. 121 с. — (ЭБС «IPRbooks»: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43395>)
 5. Гурова, Е.Г. Моделирование электротехнических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Г.Гурова. — Н.: Новосибирский государственный технический университет, 2014. 52с. — (ЭБС «IPRbooks»: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44966>)

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Леонтьев, В.Н.. Моделирование систем автоматического управления [Текст]: учебное пособие/ В.Н.Леонтьев. – СПб.: СПбГТУРП, 2013. – 54с.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/>
2. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gost.ru/wps/portal/>
3. Портал Росстандарта по стандартизации [Электронный ресурс]. URL: <http://standard.gost.ru/wps/portal/>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013
3. PTC Mathcad 15

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом.
2. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в Интернет.

8.6. Иные материалы

Раздаточные материалы по темам курса.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся работают с конкретными ситуациями, овладевают навыками составления математических моделей.
Лабораторные	Работа с текстами из списка основной учебной литературы, решение задач,

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
занятия	подготовка ответов к опросам, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение материала на занятиях с использованием компьютерных технологий.
Самостоятельная работа	При подготовке к экзамену необходимо проработать теоретический материал, рекомендуемую литературу. Проанализировать результаты выполнения лабораторных и практических занятий, подготовить ответы к опросам. Выполнить курсовую работу.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-16(1)	1. Излагает методы математического моделирования сложных динамических объектов и систем управления 2. Демонстрирует умение применения математического моделирования процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований 3. Использует теоретические знания разработки математических моделей систем для решения практических задач	1. Устное собеседование 2. Тестирование 3. Практическое типовое задание 4. Курсовая работа	1. Перечень вопросов к экзамену (48 вопросов) 2. Тестовые задания (2 варианта по 15 вопросов). 3. Практические типовые задания (10 вариантов) 4. Перечень тем КР(10 тем)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций		
	Устное собеседование	Практическое задание	Курсовая работа
отлично	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных законов и критериев, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных законов и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемого процесса. Даны исчерпывающие ответы на поставленные вопросы.

	материала.	правильный ответ и может его интерпретировать.	Работа представлена к защите в требуемые сроки.
хорошо	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных законов и критериев, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.	Работа выполнена в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные результаты связаны с базовыми понятиями профессиональной области. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы, или нарушены сроки предоставления работы к защите.
удовлетворительно	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать законы и критерии, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество принципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Знает размерности физических величин, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.
неудовлетворительно	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные законы и критерии; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора.

	другого человека.		
--	-------------------	--	--

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1.	Основные понятия теории систем. Свойства систем.	1
2.	Основные классификационные деления.	1
3.	Классификация систем по их происхождению.	1
4.	Классификация по способу проявления целостности.	1
5.	Классификация по способу управления.	1
6.	Классификация по типу операторов.	1
7.	Классификация по степени сложности.	1
8.	Классификация по степени определенности.	1
9.	Процедуры анализа систем.	1
10.	Множественность моделей систем.	2
11.	Целевая модель систем.	2
12.	Модель «черного ящика».	2
13.	Модель состава системы.	2
14.	Модель структуры.	2
15.	Динамические модели системы.	2
16.	Классификация моделей.	2
17.	Понятие агрегативной модели.	2
18.	Примеры моделей систем управления.	2
19.	Задачи, решаемые методом моделирования.	3
20.	Системный подход к моделированию.	3
21.	Виды моделирования.	3
22.	Аксиомы теории моделирования.	3
23.	Основные положения теории подобия.	3
24.	Последовательность разработки, построение и исследование моделей.	3
25.	Иерархия вычислительных систем и уровни моделирования.	3
26.	Классификация математических моделей систем.	4
27.	Этапы математического моделирования.	4
28.	Математическое моделирование систем управления.	4
29.	Принципы построения и основные требования к математическим моделям систем.	4
30.	Цели и задачи исследования математических моделей систем.	4
31.	Общая схема разработки математических моделей систем управления.	4
32.	Формы представления математических моделей.	4
33.	Методы упрощения математических моделей.	4
34.	Последовательность проведения вычислительного эксперимента.	5
35.	Построение математической модели.	5
36.	Построение компьютерной модели.	5
37.	Оценка адекватности модели.	5
38.	Исследование модели.	5
39.	Компонентное моделирование.	5
40.	Реальное, модельное и машинное времена.	5
41.	Механизм продвижения модельного времени.	5
42.	Объектно-ориентированное моделирование и языки программирования.	6
43.	Подсистема Simulink пакета Matlab.	6
44.	Model Vision Studium – инструмент для визуального объектно-ориентированного моделирования сложных динамических систем.	6
45.	Язык Omola и OmSim.	6
46.	Dymola или лаборатория динамических систем.	6
47.	Программный комплекс для моделирования и анализа систем управления	6

	«Анализ систем».	
48.	Обработка и анализ результатов моделирования.	6

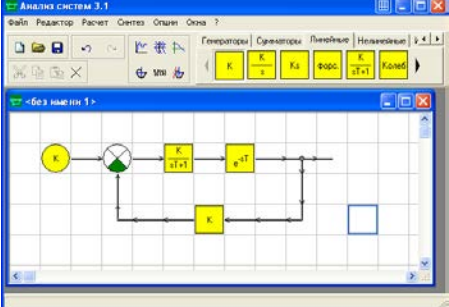
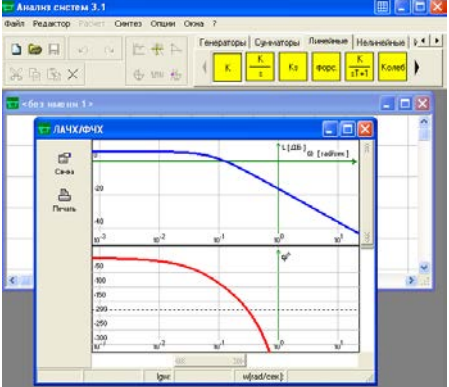
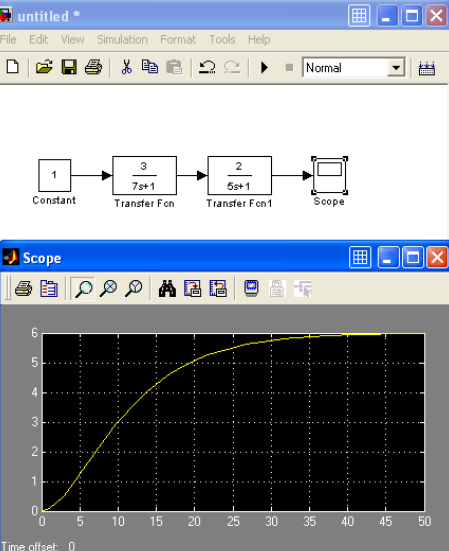
10.2.2. Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка задания	Ответ
1.	К общим принципам и требованиям, которым должна удовлетворять модель относиться 1. Блочное строение, Адекватность, Надежность 2. Принцип минимизации размерности описания, Принцип верификации, 3. Адекватность, Принцип минимизации размерности описания, Принцип верификации, Блочное строение. 4. Качество, Адекватность, Принцип минимизации размерности описания	3
2.	Модели, дающие максимально подробное описание системы, называются 1. Имитационными 2. Динамическими 3. Аналитическая 4. Графическая	1
3.	Предусматривает соответствие модели целям исследования по уровню сложности и организации, а также соответствие реальному объекту относительно выбранного множества свойств и поставленной задаче 1. Принцип верификации 2. Надежность 3. Качественность 4. Адекватность	4
4.	Модели, описывающие основные внутренние механизмы, управляющие развитием системы в целом, называют 1. Адекватными 2. Качественными 3. Стахостическими 4. Имитационными	2
5.	Звено, выходная величина которого в каждый момент времени пропорциональна входной величине, называется 1. астатическим; 2. апериодическим первого порядка; 3. дифференциальным; 4. интегральным; 5. усилительным.	5
6.	Звено с передаточной функцией $W(s) = \frac{k}{Ts + 1}$ называется 1. дифференцирующим; 2. апериодическим первого порядка; 3. усилительным; 4. интегрирующим; 5. апериодическим второго порядка.	2
7.	Звено, ЛАЧХ которого представляет собой одиночную асимптоту с наклоном -20 дБ/дек 1. пропорциональное; 2. интегрирующее; 3. дифференцирующее; 4. апериодическое первого порядка; 5. апериодическое второго порядка.	2
8.	Условие устойчивости выполняется если 1. все полюса лежат строго в правой полуплоскости координат; 2. все полюса лежат строго в левой полуплоскости координат; 3. часть полюсов лежит в правой полуплоскости корней, а часть в левой; 4. на оси ординат;	2

	5. на оси абсцисс.	
9.	<p>Для тепловых объектов управления передаточные функции по каждой моде входного воздействия могут быть аппроксимированы передаточными функциями вида:</p> <ol style="list-style-type: none"> $W_{\eta}(S) = \frac{K_{\eta}}{T_{\eta} \cdot S} \cdot e^{-\tau_{\eta} \cdot S}$ $W_{\eta}(S) = \frac{K_{\eta}}{T_{\eta} \cdot S + 1} \cdot e^{-\tau_{\eta}}$ $W_{\eta}(S) = \frac{1}{T_{\eta} \cdot S + 1} \cdot e^{-\tau_{\eta} \cdot S}$ $W_{\eta}(S) = \frac{K_{\eta}}{T_{\eta} \cdot S + 1} \cdot e^{-\tau_{\eta} \cdot S}$ 	4
10.	<p>Графики изменения температурного поля в камере H1 (сплошные линии. и H2 (пунктирные линии. в различные моменты времени τ, были построены при использовании результатов моделирования</p> <ol style="list-style-type: none"> Замкнутой системы управления Разомкнутой системы управления Смешанной системы управления Ни один вариант не достоверен 	1
11.	<p>При изменении частоты ω от нуля до бесконечности кривая Михайлова устойчивой системы n-го порядка проходит</p> <ol style="list-style-type: none"> последовательно против часовой стрелки n квадрантов комплексной плоскости; против часовой стрелки n квадрантов комплексной плоскости; последовательно по часовой стрелке n квадрантов комплексной плоскости; по часовой стрелке n квадрантов комплексной плоскости; против часовой стрелки n квадрантов вещественной плоскости. 	1
12.	<p>Для анализа устойчивости системы по критерию Найквиста используется</p> <ol style="list-style-type: none"> ФЧХ; МЧХ; ВЧХ; ЛАЧХ; АФЧХ. 	5
13.	<p>Прямые оценки качества определяют по</p> <ol style="list-style-type: none"> переходным характеристикам; траекториям корней; частотным характеристикам; импульсным характеристикам; логарифмическим. 	1
14.	<p>Функция $A(\omega)$ равна</p> <ol style="list-style-type: none"> разности фаз выходной и входной гармонических величин; отношению фаз выходной и входной гармонических величин; сумме фаз выходной и входной гармонических величин; отношению амплитуд выходной и входной гармонических величин; отношению фаз входной и выходной гармонических величин. 	4

15.	<p>В следящих системах основной является задача наиболее точного воспроизведения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. управляющих воздействий, изменяющихся по заданному закону; 2. возмущающих воздействий, изменяющихся по заданному закону; 3. возмущающихся воздействий, изменяющихся по произвольному закону; 4. управляющих воздействий, изменяющихся по произвольному закону; 5. не изменяющихся управляющих воздействий 	4
-----	---	---

Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ
1	<p>Построить замкнутую систему в программном комплексе Анализ систем для звеньев:</p> $W(p) = \frac{2}{13 \cdot p + 1} \cdot \exp[-6 \cdot p],$ <p>где p – оператор Лапласа.</p>	
2	<p>Построить Годограф (АФЧХ), а так же ЛАЧХ и ЛФЧХ в программном комплексе Анализ систем следующей передаточной функции:</p> $W(p) = \frac{2}{13 \cdot p + 1} \cdot \exp[-6 \cdot p],$ <p>где p – оператор Лапласа.</p>	
3	<p>Построить систему в программном комплексе Matlab для звеньев:</p> $W(p) = \frac{3}{7 \cdot p + 1} \cdot \text{ и } W(p) = \frac{2}{5 \cdot p + 1} \cdot$ <p>где p – оператор Лапласа.</p>	

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и защите курсовой работы и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения экзамена и защите курсовой работы

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа по билету 40 минут.
- Время, на защиту курсовой работы 15 мин.