

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Б1.В.12</b> <small>(индекс дисциплины)</small>	<b>Моделирование систем управления</b> <small>(Наименование дисциплины)</small>
Кафедра: <b>1</b> <small>Код</small>	Информационно-измерительных технологий и систем управления <small>(Наименование кафедры)</small>
Направление подготовки:	27.03.04 Управление в технических системах
Профиль подготовки:	Системы и средства автоматизации технологических процессов
Уровень образования :	бакалавриат

### 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	<b>252</b>		
	Аудиторные занятия	<b>124</b>		
	Лекции	48		
	Лабораторные занятия	62		
	Практические занятия	14		
	Самостоятельная работа	92		
	Промежуточная аттестация	<b>36</b>		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	7		
	Зачет	6		
	Курсовая работа	7		
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>7</b>		

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

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным  
государственным образовательным стандартом высшего образования  
по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

На основании учебного плана № b270304-123\_20

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 подготовки студентов к самостоятельному построению математических моделей объектов и систем управления, разработке соответствующего алгоритмического и программного обеспечения, использованию моделей при разработке систем автоматического управления.

## 1.3. Задачи дисциплины

- получение практических навыков получения моделей и их использования для исследования, проектирования и рациональной эксплуатации систем управления производственными процессами;
- усвоение будущими специалистами методики разработки математических моделей объектов и систем управления.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК- 2	способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	1, 2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основы вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств; 2) этапы получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления; основные методы построения математических моделей объектов и систем управления. Уметь: 1) проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления; 2) использовать данные эксперимента для построения математических моделей. Владеть: 1) навыками получения математические модели объектов и систем управления в виде дифференциальных уравнений, в форме статистических моделей и в других формах описания; 2) методикой проведения на моделях вычислительных экспериментов и анализа их результатов.		
ОПК- 5	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основные приемы обработки и представления экспериментальных данных; 2) методы построения математических моделей технологических объектов по данным эксперимента. Уметь: 1) использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных; 2) применять математический аппарат при представлении и обработке результатов эксперимента Владеть: 1) методикой использования основных приемов обработки и представления экспериментальных данных; 2) практическими навыками выбора метода, разработки алгоритма решения и получения		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
математических моделей поставленной задачи на основании обработки экспериментальных данных		

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

- Технологические измерения и приборы (ОПК-5)
- Основы математического программирования (ОПК-5)

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Введение в моделирование объектов и систем управления</b>			
Тема 1. Введение Моделирование как метод научного исследования. Основные понятия и определения. Историческая справка. Направления развития теории и практики моделирования. Обзор литературы.	16		
Тема 2. Типовые модели процессов Модель теплообменника смешения. Общая модель теплопроводности. Модель обогреваемого цилиндра (каландра). Модель трубчатого теплообменника. Модель измерителя натяжения рулонных и ленточных материалов. Исследование моделей аналитическими средствами. Характеристика моделей с позиций общей классификации и возможностей реализации на ЭВМ.	16		
<b>Текущий контроль 1</b> Коллоквиум	2		
<b>Учебный модуль 2. Принципы и основы методики построения моделей</b>			
Тема 3. Классификация моделей Классификация моделей. Физические модели, модели на основе аналогий, математические модели. Детерминированные и вероятностные модели. Примеры моделей. Требования, предъявляемые к моделям. Сравнительная характеристика моделей различных типов.	16		
Тема 4. Виды моделирования Теория подобия как основа физического моделирования. Порядок разработки и исследования физических моделей. Методика моделирования на основе аналогий. Электромеханическая аналогия. Порядок разработки и исследования математических моделей. Технические средства моделирования. Моделирование на АВМ. Цифровые ЭВМ как технические средства моделирования. Программные средства моделирования.	16		
<b>Текущий контроль 2</b> Коллоквиум	2		
<b>Учебный модуль 3. Моделирование систем на разных уровнях управления</b>			
Тема 5. Моделирование САУ Задачи моделирования САУ. Исследование устойчивости. Анализ качества процессов регулирования. Возможности и особенности моделирования нелинейных САУ. Учет случайных воздействий. Модель электрогидравлической следящей системы. Аналитическое исследование модели следящей системы. Особенности реализации модели на ЭВМ.	16		
Тема 6. Модели управления производством Общая характеристика моделей управления производством. Связь с задачами оптимизации. Исследование операций, математическое программирование. Модели управления запасами. Модели теории расписаний; пример – расписание работы технологической линии. Модели линейного и дискретного программирования – транспортная задача и задача о загрузке оборудования. Модели динамического программирования; пример - график установки оборудования. Модель рекламной кампании.	16		
<b>Текущий контроль 3</b> Коллоквиум	2		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 4</b> Подготовка исходных данных и методы планирования эксперимента			
Тема 7. Построение моделей методами планирования эксперимента Побудительные причины и условия для экспериментального исследования объектов. Основные положения теории планирования эксперимента (ПЭ). Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов (МНК). Требования, предъявляемые к моделям. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Другие планы эксперимента. Свойства моделей, получаемых на основе МНК. Понятие об оптимальных планах. Реализация и обработка результатов эксперимента. Экстремальные эксперименты	16		
Тема 8. Представление исходных данных и обработка результатов моделирования Задачи подготовки исходных данных и обработки результатов моделирования. Сжатие, усреднение и сглаживание данных. Интерполяция сеточных функций, интерполяция сплайнами. Среднеквадратическое приближение функций. Сглаживание эмпирических функций. Дифференцирование сеточных функций. Эмпирические формулы.	16		
<b>Текущий контроль 4</b> Коллоквиум	2		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b> Зачет	8		
<b>Учебный модуль 5</b> Реализация на ЭВМ различных типов моделей			
Тема 9. Реализация на ЭВМ моделей, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями Численные методы решения задачи Коши и их роль в задачах моделирования. Одношаговые и многошаговые, явные и неявные методы. Устойчивость и сходимости. «Жесткие» уравнения и методы их решения. Уравнения с производными в правой части. Получение на моделях весовых функций динамических систем. Краевые задачи. Метод «пристрелки». Редукция к задаче Коши линейной краевой задачи. Метод конечных разностей при моделировании краевых задач.	13		
Тема 10. Реализация на ЭВМ моделей, описываемых уравнениями в частных производных Уравнения математической физики и задачи моделирования. Метод прямых и его применение к модели процесса колебаний струны. Метод сеток и его применение к плоской модели распределения температуры. Метод прогонки и его применение при моделировании нестационарного процесса теплопроводности. Метод конечных элементов. Решение задачи о стационарном распределении температуры методом статистического моделирования.	13		
<b>Текущий контроль 5</b> Коллоквиум	2		
<b>Учебный модуль 6</b> Методические основы моделирования			
Тема 11. Методические основы статистического моделирования Принципы статистического моделирования. Получение случайных чисел с равномерным на интервале [0,1] распределением. Моделирование случайных событий. Моделирование дискретных случайных величин. Моделирование непрерывных случайных величин. Моделирование случайных векторов. Моделирование непрерывных случайных процессов. Моделирование цепей Маркова. Обработка и оценка точности результатов моделирования. Примеры статистического моделирования.	13		
Тема 12. Моделирование систем массового обслуживания (СМО) Основные понятия теории массового обслуживания, примеры. Входящий поток требований, время обслуживания. Методы моделирования СМО, метод «критических событий», метод «дельта-тэ». Модель СМО с потерями требований. Модель СМО с неограниченной очередью.	13		
<b>Текущий контроль 6</b> Коллоквиум	2		
<b>Курсовая работа</b>	<b>16</b>		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b> Экзамен	<b>36</b>		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>252</b>		

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	6	2				
2	6	2				
3	6	5				
4	6	5				
5	6	5				
6	6	5				
7	6	5				
8	6	5				
9	7	4				
10	7	4				
11	7	3				
12	7	3				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>48</b>				

#### 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)
9	Модели управления запасами и теории расписаний	7	2				
9	Модели математического и динамического программирования	7	2				
10	Принципы статистического моделирования. Моделирование случайных событий. Моделирование случайных величин.	7	2				
11	Моделирование непрерывных случайных процессов.	7	2				
11	Обработка и оценка точности результатов моделирования. Примеры статистического моделирования.	7	2				
12	Основные понятия теории массового обслуживания, примеры. Входящий поток требований, время обслуживания.	7	2				
12	Методы моделирования СМО	7	2				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>14</b>					

#### 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)
2	Получение на моделях статических характеристик теплообменника	6	4				
4	Сравнительная характеристика моделей различного типа	6	5				
5	Моделирование систем автоматического регулирования с применением программы Simulink	6	6				
6	Моделирование процессов управления производством	6	4				
7	Модели экстремальных экспериментов	6	5				

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)
8	Подготовка исходных данных для моделирования	6	5				
8	Обработка результатов моделирования	6	5				
10	Моделирование случайного процесса с заданными характеристиками	7	12				
11	Оценка параметров случайного процесса	7	8				
12	Статистическое моделирование систем массового обслуживания	7	8				
<b>ВСЕГО:</b>			<b>62</b>				

#### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

##### 4.1. Цели и задачи курсовой работы

Углубление и закрепление знаний по дисциплине «Моделирование систем управления», полученных при изучении лекционного материала.

В рамках выполнения курсовой работы студенты должны в соответствии с заданием разработать алгоритм и программу моделирования и провести с ее помощью вычислительные эксперименты для оценки качества процесса регулирования и формулировки рекомендаций по выбору параметров системы.

##### 4.2. Тематика курсовой работы

Примерная тема курсовой работы: «Моделирование системы автоматического регулирования технологического параметра». Конкретный вид технологического параметра и исходные данные о технологическом процессе, к которому относится параметр, указываются в индивидуальном задании.

##### 4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется индивидуально, с использованием специализированного программного средства описания алгоритмов решения инженерных задач РТС Mathcad.

Результаты представляются в виде пояснительной записки объемом около 1 п.л., содержащей следующие обязательные элементы:

1. Получение дифференциальных уравнений системы управления с учетом нелинейных элементов и запаздывания.
2. Построение алгоритма воспроизведения возмущающего воздействия.
3. Выбор численных методов решения уравнений системы.
4. Построение блок-схемы модели.
5. Разработка и отладка программы моделирования.
6. Проведение вычислительных экспериментов на модели.
7. Обработка результатов моделирования и формулировка выводов.

#### 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, 4	Коллоквиум	6	4				
5, 6	Коллоквиум	7	2				

#### 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	6	30				
Подготовка к лабораторным занятиям	6	38				
Подготовка к зачету	6	8				
Выполнение курсовой работы	7	16				

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Подготовка к экзамену	7	36				
	<b>ВСЕГО:</b>			<b>92+36</b>		

## 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. Гурова Е.Г. Моделирование электротехнических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гурова Е.Г.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 52 с. — (ЭБС «IPRbooks» Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27320>).

#### б) дополнительная учебная литература

2. Белов П.С. Математическое моделирование технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие (конспект лекций)/ Белов П.С.— Электрон. текстовые данные.— Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2016.— 121 с.— (ЭБС «IPRbooks» Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43395>).

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

1. Леонтьев, В.Н. Моделирование систем автоматического управления [Текст]: учеб. метод. пособие / В.Н.Леонтьев. . – СПб.:СПбГТУРП, 2013. - 54с.
2. Смирнов, И.Н. Моделирование систем автоматического управления на основе программы SIMULINK [Текст]: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Моделирование систем управления» / И.Н.Смирнов – СПб: СПбГТУРП, 2012. – 61с.ил.

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

1. Сайт о моделировании и исследовании: систем, объектов, технических процессов и физических явлений [Электронный ресурс]. URL: <http://model.exponenta.ru/>
2. Сайт MKS Data Analytics Solutions разработчика программного обеспечения для планирования экспериментов и анализа многомерных данных [Электронный ресурс]. URL: <http://mksdataanalytics.com/>

### 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
Лекции	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии и др.</p>
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, с текстами из списка основной учебной литературы, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение материала дисциплины на занятиях с использованием компьютерных технологий.
Лабораторные занятия	Методические указания для проведения лабораторных работ в электронном виде. Защита лабораторных работ.
Самостоятельная работа	<p>Изучение основной и дополнительной литературы, включая справочные издания и конспект лекций; изучение терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в курсе «Моделирование систем управления» Требования к оформлению курсовой работы находятся в методических материалах по дисциплине.</p> <p>При подготовке к зачету, экзамену необходимо проработать конспект лекций, вопросы к коллоквиумам, рекомендуемую основную и дополнительную литературу и Интернет-источники.</p>

## 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
ОПК – 5 (2)	<p>1. Излагает приемы обработки и представления экспериментальных данных; принципы и основы методики построения моделей.</p> <p>2. Использует основные приемы подготовки исходных данных и обработки результатов моделирования.</p> <p>3. Демонстрирует навыки выбора метода, разработки алгоритма решения и</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Практическое задание</p> <p>3. Курсовая работа</p>	<p>1. Перечень вопросов к зачету/экзамену (60 вопросов)</p> <p>2. Практические задания (12 заданий)</p> <p>3. Перечень тем КР (12 тем)</p>

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	получения математических моделей поставленной задачи на основании обработки экспериментальных данных		
ПК – 2 (1, 2)	1. Показывает знание методических основ статистического моделирования. 2. Реализует на ЭВМ модели, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями; уравнениями в частных производных. 3. Проводит вычислительный эксперимент на полученной им модели системы автоматического регулирования технологического параметра	1. Устное собеседование 2. Практическое задание 3. Курсовая работа	1. Перечень вопросов к зачету/экзамену (60 вопросов) 2. Практические задания (12 заданий) 3. Перечень тем КР (12 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	Курсовая работа
отлично	<p>Ответ студента содержит:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>глубокое знание программного материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса, но сравнению с учебной литературой;</li> <li>знание концептуально-понятийного аппарата всего курса;</li> <li>знание монографической литературы по курсу,</li> </ul> <p>а также свидетельствует о способности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>самостоятельно критически оценивать основные положения курса;</li> <li>увязывать теорию с практикой.</li> </ul> <p>Оценка «отлично» не ставится в случаях систематических пропусков студентом занятий по неуважительным причинам, а также неправильных ответов на дополнительные вопросы преподавателя. Практическое задание выполнено в полном объеме с соблюдением требуемой последовательности действий, самостоятельно. Правильно выбраны параметры и оборудование. Выполнены условия и режимы, обеспечивающие получение правильных результатов и выводов.</p>	<p>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. Работа представлена к защите в требуемые сроки.</p>
хорошо	<p>Ответ студента свидетельствует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>о полном знании материала по программе;</li> <li>о знании рекомендованной литературы,</li> </ul>	<p>Работа выполнена в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные результаты связаны с</p>

	<p>а также содержит в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.</p> <p>Оценка «хорошо» не ставится в случаях пропусков студентом семинарских и лекционных занятий по неуважительным причинам. Выполнены требования к оценке «отлично», но было допущено два-три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета.</p>	<p>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.</p>
удовлетворительно	<p>Ответ студента содержит:</p> <p>поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса;</p> <p>затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии курса;</p> <p>стремление логически четко построить ответ, а также свидетельствует о возможности последующего обучения. Работа выполнена не полностью но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильный результат и вывод; если в ходе выполнения приема были допущены ошибки.</p>	<p>Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.</p>
неудовлетворительно	<p>Ставится студенту, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала. Работа выполнена не полностью и объём выполненной части работ не позволяет сделать правильных выводов; если приемы выполнялись неправильно.</p>	<p>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.</p>
Зачтено	<p>Студент показывает знание фактического материала по программе, в том числе: знание обязательной литературы, современных публикаций по программе курса; студент положительно сдал коллоквиумы; учитываются логика, структура, стиль ответа; культура речи, манера общения; готовность к дискуссии, аргументированность ответа; уровень самостоятельного мышления; умение приложить теорию к практике, решить предложенное практическое задание; отсутствие пропусков занятий по неуважительным причинам</p>	
Не зачтено	<p>Отсутствие знания пройденного материала, плохое знание обязательной литературы; отрицательный результат по прохождению коллоквиумов; студент допускает существенные ошибки при ответе на вопросы преподавателя; невозможность приложить теорию к практике, решить предложенное практическое задание; наличие неуважительных пропусков занятий.</p>	

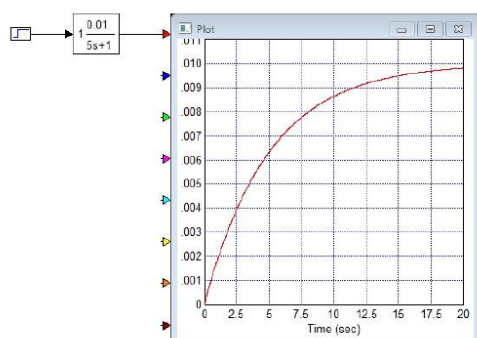
## 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

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

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Понятия модели и моделирования. Виды, формы и методы моделирования.	1
2	Технологический процесс как объект управления (многомерный и одномерный случай). Привести примеры.	1
3	Классификация моделей технологических процессов отрасли. Привести примеры.	1
4	Модель теплообменника смешения.	2
5	Общая модель теплопроводности.	2
6	Модель обогреваемого цилиндра (каландра).	2
7	Модель трубчатого теплообменника.	2
8	Модель измерителя натяжения рулонных и ленточных материалов.	2
9	Исследование моделей аналитическими средствами.	2
10	Классификация моделей.	3
11	Физические модели, модели на основе аналогий, математические модели.	3
12	Детерминированные и вероятностные модели.	3
13	Сравнительная характеристика моделей различных типов. Привести примеры.	3
14	Порядок разработки и исследования физических моделей.	4
15	Порядок разработки и исследования математических моделей.	4
16	Программные средства моделирования	4
17	Исследование устойчивости.	5
18	Анализ качества процессов регулирования.	5
19	Модель электрогидравлической следящей системы	5
20	Исследование модели электрогидравлической следящей системы на фазовой плоскости	5
21	Модели управления запасами	6
22	Задача об оптимальном раскрое материала	6
23	Задача о загрузке оборудования	6
24	Транспортная задача	6
25	График установки оборудования	6
26	Модель рекламной кампании	6
27	Построение моделей методами ПЭ (основные понятия)	7
28	Регрессионные модели	7
29	Определение оценок методом наименьших квадратов	7
30	Полный факторный эксперимент	7
31	Уровни варьирования, нормализация	7
32	Дробный факторный эксперимент	7
33	Задачи подготовки исходных данных и обработки результатов моделирования.	8
34	Сжатие, усреднение и сглаживание данных.	8
35	Среднеквадратическое приближение функций.	8
36	Сглаживание эмпирических функций.	8
37	Численные методы решения задачи Коши и их роль в задачах моделирования.	9
38	Одношаговые и многошаговые, явные и неявные методы.	9
39	«Жесткие» уравнения и методы их решения.	9
40	Редукция к задаче Коши линейной краевой задачи. Метод конечных разностей при моделировании краевых задач.	9
41	Метод конечных разностей при моделировании краевых задач.	9
42	Уравнения математической физики и задачи моделирования.	10
43	Метод прямых и его применение к модели процесса колебаний струны.	10
44	Метод сеток и его применение к плоской модели распределения температуры.	10
45	Метод прогонки и его применение при моделировании нестационарного процесса теплопроводности.	10
46	Метод конечных элементов.	10
47	Получение случайных величин с равномерным на $[0, 1]$ распределением	11
48	Моделирование случайных событий (алгоритм)	11
49	Моделирование дискретных случайных величин (алгоритм)	11
50	Моделирование непрерывных случайных величин (стандартный метод)	11
51	Моделирование непрерывных случайных величин (метод исключения)	11
52	Моделирование случайных величин с нормальным распределением	11
53	Моделирование случайных векторов (алгоритм)	11
54	Моделирование непрерывных случайных процессов (алгоритмы)	11
55	Пример статистического моделирования: оценка надежности изделия	11

56	Моделирование СМО: входящий поток требований	12
57	Моделирование СМО: время обслуживания	12
58	Модель СМО с неограниченной очередью	12
59	Модель СМО с потерями требований	12
60	Методы моделирования СМО	12

### 10.2.2. Вариант примерных типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ																																																																																	
1	Построить матрицу планирования ПФЭ для рассматриваемого примера $M\{y\} = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i z_i + \sum_{\substack{i,j=1 \\ i < j}}^3 \beta_{ij} z_i z_j + \beta_{123} z_1 z_2 z_3,$ (n=3)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>g</th> <th>z<sub>0</sub></th> <th>z<sub>1</sub></th> <th>z<sub>2</sub></th> <th>z<sub>3</sub></th> <th>z<sub>1</sub>z<sub>2</sub></th> <th>z<sub>1</sub>z<sub>3</sub></th> <th>z<sub>2</sub>z<sub>3</sub></th> <th>z<sub>1</sub>z<sub>2</sub>z<sub>3</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td></tr> <tr><td>2</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>+1</td></tr> <tr><td>3</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td></tr> <tr><td>4</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>-1</td></tr> <tr><td>5</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>+1</td></tr> <tr><td>6</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td></tr> <tr><td>7</td><td>+1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>+1</td><td>-1</td></tr> <tr><td>8</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td></tr> </tbody> </table>	g	z <sub>0</sub>	z <sub>1</sub>	z <sub>2</sub>	z <sub>3</sub>	z <sub>1</sub> z <sub>2</sub>	z <sub>1</sub> z <sub>3</sub>	z <sub>2</sub> z <sub>3</sub>	z <sub>1</sub> z <sub>2</sub> z <sub>3</sub>	1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
g	z <sub>0</sub>	z <sub>1</sub>	z <sub>2</sub>	z <sub>3</sub>	z <sub>1</sub> z <sub>2</sub>	z <sub>1</sub> z <sub>3</sub>	z <sub>2</sub> z <sub>3</sub>	z <sub>1</sub> z <sub>2</sub> z <sub>3</sub>																																																																											
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1																																																																											
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1																																																																											
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1																																																																											
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1																																																																											
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1																																																																											
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1																																																																											
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1																																																																											
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1																																																																											
2	Смоделировать переходный процесс апериодического звена Параметры звена k=0,01 и T=5.																																																																																		

### 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, зачета 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, зачета и защиты курсовой работы

При проведении зачета время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 20 мин. При проведении экзамена время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 40 мин. Время, отводимое на защиту курсовой работы, не должно превышать 15 мин, включая краткий доклад по результатам курсовой работы и ответы на вопросы.