

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
**профессор В.А. Шпенст**

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
**Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ***  
***УПРАВЛЕНИЯ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
<b>Направленность (профиль):</b>	Автоматизированные электромеханические комплексы и системы
<b>Квалификация выпускника:</b>	Магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	Проф. Шпенст В.А.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Моделирование и программное обеспечение систем управления» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 147 от 28.02.2018 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Автоматизированные электромеханические комплексы и системы».

Составитель \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Шпенст В.А.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики от 22.01.2021 г., протокол № 12/01.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Шпенст В.А.

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины - подготовка выпускника, владеющего современными методами моделирования систем автоматического управления электроприводом (ЭП) электротехнических комплексов и навыками для построения моделей объектов управления, планирования и организации эксперимента с использованием компьютерных технологий, использования пакетов прикладных программ для исследования и проектирования систем автоматического управления.

Основными задачами дисциплины являются формирование представлений о современных проблемах теории моделирования систем автоматического управления; изучение теоретических основ и современных методов проектирования систем автоматического управления с использованием специального программного обеспечения; овладение методами построения имитационных моделей систем автоматического управления при решении задач их проектирования, а также использованием полученных знаний при ведении организационно-управленческой деятельности; приобретение навыков практического применения полученных знаний; способностей для самостоятельной работы; развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области автоматизации электротехнических комплексов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Моделирование и программное обеспечение систем управления» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)», основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника» и изучается во 2 и 3 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Моделирование и программное обеспечение систем управления» являются «Дополнительные главы математики».

Дисциплина «Моделирование и программное обеспечение систем управления» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Производственная практика - научно-исследовательская работа - Научно-исследовательская работа».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Моделирование и программное обеспечение систем управления» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен планировать и ставить задачи исследования, самостоятельно выполнять исследования.	ПКС-1	ПКС-1.1. Анализирует состояние и динамику показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований. ПКС-1.2. Создает математические модели объектов профессиональной деятельности. ПКС-1.3. Разрабатывает планы и программы проведения исследований; ПКС-1.4. Анализирует и синтезирует объекты профессиональной деятельности.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 13 зачётных единиц, 468 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		2	3
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>288</b>	<b>171</b>	<b>117</b>
Лекции (Л)	45	27	18
Практические занятия (ПЗ)	126	72	54
Лабораторные работы (ЛР)	117	72	45
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>108</b>	<b>9</b>	<b>99</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)			
Расчетно-графическая работа (РГР)			
Реферат			
Подготовка к практическим занятиям	75	6	69
Подготовка к лабораторным занятиям	33	3	30
Подготовка к зачету / дифф. зачету			
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>72</b>	<b>Э (36)</b>	<b>Э (36)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>			
<b>ак. час.</b>	<b>468</b>	<b>216</b>	<b>252</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>7</b>

### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1. Общие вопросы моделирования	30	6	8	8	8
Раздел 2. Математические и компьютерные модели основных элементов автоматизированных ЭТК. Пакет MathCad	36	4	12	12	8
Раздел 3. Статистическая модель эксперимента. Пакет прикладных программ Statistics Toolbox Simulink Matlab	34	4	10	10	10
Раздел 4. Многофакторный эксперимент	28	2	8	8	10
Раздел 5. Модели сигналов систем автоматического управления. Пакет прикладных программ Signal Processing Toolbox Simulink Matlab	40	4	12	12	12
Раздел 6. Основные модели систем управления. Пакет прикладных программ Control System Toolbox	40	4	12	12	12
Раздел 7. Наблюдаемость динамической системы управления	35	3	10	10	12

Раздел 8. Основные вопросы идентификация систем управления. Пакет прикладных программ System Identification Toolbox	46	6	16	12	12
Раздел 9. Построение модели технологического объекта	56	6	20	18	12
Раздел 10. Системы SCADA	51	6	18	15	12
<b>Итого:</b>	<b>396</b>	<b>45</b>	<b>126</b>	<b>117</b>	<b>108</b>
<b>Экзамен:</b>	<b>72</b>				
<b>Всего часов:</b>	<b>468</b>				

#### 4.2.2.Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
<b>2 семестр</b>			
1	<b>Раздел 1</b>	Понятие модели. Классификационные признаки. Задачи и методы моделирования. Принцип системного подхода. Виды подобия. Масштабы процессов и параметров систем. Константы, индикаторы, критерии подобия, критериальные зависимости. Способы получения критериев подобия: метод анализа размерностей, метод интегральных аналогов, метод нормализации уравнений. Основные критерии подобия. Критерии подобия электрических цепей и электромагнитных полей. Электрические аналоги магнитных, тепловых, гидродинамических процессов	6
2	<b>Раздел 2</b>	Системы координат для описания процессов в трехфазных устройствах. Матрицы преобразования координат. Обобщенный метод симметричных составляющих. Модели ЭТК. Базовые алгоритмы управления электроприводом. Основные вопросы устойчивости системы. Модели измерения параметров качества электрической энергии	4
3	<b>Раздел 3</b>	Задачи обработки результатов измерений. Основные понятия теории вероятности и математической статистики. Плотность распределения вероятности, кумулятивная и обратная функции основных видов распределений случайных величин. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Моменты случайных величин и их использование для идентификации закона распределения. Система случайных величин. Корреляционная матрица. Распределение и числовые характеристики случайных величин. Линеаризация	4
4	<b>Раздел 4</b>	Аддитивные и мультипликативные модели процессов. Простейшие поверхности отклика. Методы отбора наиболее значимых факторов. Оценка слоя неопределенности усредненной модели. Методы теории планирования эксперимента	2
5	<b>Раздел 5</b>	Классификация сигналов. Разложение сигналов по единичным импульсам. Свойства свертки сигналов. Разложение сигналов по гармоническим функциям.	4

№ п/п	Разделы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
<b>2 семестр</b>			
		Свойства преобразования Фурье. Теоремы Парсеваля и Релея. Классификация стохастических процессов и методы их описания. Функции распределения и характеристические функции. Авто и взаимно ковариационные функции. Время корреляции	
6	<b>Раздел 6</b>	Задачи, общие принципы и структура систем управления. Основные динамические характеристики и их параметры. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость, многомерные системы. Способы описания непрерывных и дискретных систем управления: операторный коэффициент передачи, комплексные частотные характеристики	4
7	<b>Раздел 7</b>	Оценивание параметров при наличии шумов измерения Оценка параметров методом наименьших квадратов. Рекурсивный алгоритм МНК. Фильтр Калмана. Общие сведения по теории фильтрации, Формирующий фильтр. Фильтр Калмана для дискретных наблюдений и дискретной/непрерывной модели сигнала.	3
<b>3 семестр</b>			
8	<b>Раздел 8</b>	Понятие структурной и параметрической идентификации. Типовые структуры систем с дискретным временем. Особенности идентификации систем в частотной и временной областях их описания. Выбор идентифицирующих сигналов, способов оценивания и проверки адекватности модели	6
9	<b>Раздел 9</b>	Схема построения модели: системный анализ объекта, организация экспериментальных исследований, анализ сигналов, топологическая и параметрическая идентификация модели объекта, синтез системы управления. Методика проведения эксперимента и алгоритмическое обеспечение экспериментальных исследований. Топологическая идентификация на основе регрессионного и корреляционного анализа	6
10	<b>Раздел 10</b>	Назначение системы. Сравнение с системами телеметрии. Описание структур различных каналов связи. Терминология и технология объектно-ориентированного программирования	6
<b>Итого:</b>			<b>45</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Наименование практических работ	Трудоемкость в ак. часах
<b>2 семестр</b>			
1	Раздел 1.	Способы построения подобных и дуальных цепей. Структурные модели-аналоги и их реализация в среде Simulink-MatLab. Электрические аналоги магнитных, тепловых, гидродинамических процессов. Примеры построения моделей объектов	8

		управления методом аналогий. Пакет MathCaD для моделирования ЭТК	
2	Раздел 2.	Системы координат для описания процессов в трехфазных устройствах. Матрицы преобразования координат. Обобщенный метод симметричных составляющих. Структура пакета прикладных программ SimPowerSystems. Линейные и нелинейные модели силовых, измерительных и специальных трансформаторов. Регулирование напряжения под нагрузкой. Модели линий передачи энергии. Информативные параметры сигналов аварийных режимов для построения релейной защиты объектов. Модели основных блоков силовой электроники и средств управления режимами их работы. Основные вопросы электромагнитной совместимости блоков силовой электроники с электрическими машинами и сетью. Модели машин постоянного и переменного тока. Базовые алгоритмы управления электроприводом.. Основные вопросы устойчивости системы. Средства измерения параметров качества электрической энергии.	12
3	Раздел 3.	Метод выборочных распределений. Схема обработки и форма представления результатов измерения. Статистика оценок среднего и дисперсии. Квантили и уровень значимости. Применение функции максимального правдоподобия для оценки параметров выборочного распределения. Проверка гипотез. Схема построения критериев значимости. Связь доверительного интервала и критерия значимости. Методы выбора теоретического закона распределения для описания экспериментальных данных. Схема построения гистограмм. Критерии согласия теоретического и выборочного распределений. Способы представления результатов однофакторного эксперимента. Фильтрация данных. Виды интерполяции. Сплайны. Корреляционная связь между координатами. Метод наименьших квадратов. Линейная регрессия. Связь коэффициента корреляции с числом градаций измеряемой величины. Оценка полосы неопределенности. Нелинейная регрессия. Оценка доверительного интервала параметров. Компьютерная обработка однофакторного эксперимента.	10
4	Раздел 4.	Адекватность модели выборочным данным; выбор математической модели, с помощью которой будут представляться экспериментальные данные; выбор критерия оптимальности и плана эксперимента; определение метода анализа данных; проведение эксперимента; проверка статистических предпосылок для полученных экспериментальных данных; обработка результатов; интерпретация и рекомендации.	8
5	Раздел 5.	Оконное преобразование Фурье. Типы оконных функций. Принцип вейвлет-преобразования. Реализация преобразований в пакетах программ Wavelet Toolbox Simulink Matlab и MathCAD. Преобразование Гильберта-Хуанга для анализа нестационарных сигналов. Реализация эмпирического метода декомпозиции сигналов в среде LabView. Сигналы дискретного времени. Дискретное преобразование Лапласа. Спектр амплитудно-модулированной импульсной последовательности. Частота	12

		Найквиста. Эффект появления ложных частот. Методы восстановления сигналов с помощью интерполяционного ряда Котельникова-Шеннона и степенного ряда. Погрешности восстановления интерполятором нулевого и первого порядка. Частотная характеристика ступенчатого интерполятора. Дискретное преобразование Фурье.	
6	Раздел 6.	Типы регуляторов. Корректирующие устройства. Изучение свойств звеньев и структур различной топологии с помощью пакета Control System Toolbox. Настройка регуляторов. Нелинейные системы управления. Пакет программ Nonlinear Control Design. Вопросы оптимизации систем управления. Пакет Optimization Toolbox. Современные методы управления. Пакеты программ Robust Control Toolbox, Model Predictive Control Toolbox.	12
7	Раздел 7.	Формирующий фильтр. Фильтр Калмана для дискретных наблюдений и дискретной/непрерывной модели сигнала. Примеры реализации наблюдателей для систем автоматизированного электропривода и релейной защиты. Изучение фильтра Калмана с помощью пакета Statistics Toolbox Simulink Matlab.	10
<b>3 семестр</b>			
8	Раздел 8.	Построение модели временного ряда с помощью оценивания параметров моделей авторегрессии и авторегрессии скользящего среднего. Использование для построения модели вейвлет-преобразования и нейронных сетей	16
9	Раздел 9.	Обобщенная модель системы. Методы оценки вектора параметров. Построение статических моделей на основе регрессионного анализа. Проверка адекватности модели выборочным данным. Пакеты программ Data Acquisition System, Instrument Control Toolbox, Statistics Toolbox, Optimization Toolbox.	20
10	Раздел 10.	Назначение системы. Сравнение с системами телеметрии. Описание структур различных уровней, каналов связи. Терминология объектно-ориентированного программирования. Изучение идеологии построения систем SCADA с помощью пакетов программ Matlab Builder for .NET, Database Toolbox, OPC Toolbox. Структура пакета визуального программирования LabView. Цифровая обработка и генерация сигналов на базе технологий National Instruments. Автоматизация систем диспетчерского управления электроэнергетическими объектами на основе SCADA.	18
<b>Итого:</b>			<b>126</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
<b>2 семестр</b>			
1	Раздел 1.	Построение и исследование подобных и дуальных цепей. Исследование электромеханических преобразователей различных типов. Моделирование сигналов и помех.	8
2	Раздел 2.	Построение модели трансформатора методом электромагнитных аналогий в среде MultiSim EWB. Исследование преобра-	12



		зование координат в трехфазной системе. Токи включения трансформаторов. Скалярное частотное управление электроприводом. Векторное управление электроприводом. Системы широтно-импульсной модуляции многоуровневых преобразователей частоты. Проведение пробных занятий по теме.	
3	Раздел 3.	Точечная и квантильная оценка результатов измерения. Моделирование законов распределения случайных величин. Исследование формирующего фильтра с помощью ППП. Проведение пробных занятий по теме.	10
4	Раздел 4.	Фильтрация экспериментальных данных и регрессионный/дисперсионный анализ однофакторной модели. Реализация плана многофакторного эксперимента.	8
5	Раздел 5.	Определение спектров одиночного и периодического сигналов. Способы восстановления сигналов дискретного времени. Исследование характеристик КИХ-фильтров. Исследование характеристик БИХ - фильтров. Определение спектральной плотности и корреляционных функций сигналов.	12
6	Раздел 6.	Проектирование регулятора для линейной системы. Исследование устойчивости систем с обратной связью. Исследование ПИД-регуляторов. Модальное управление. Моделирование динамических систем в среде Simulink. Исследование системы стабилизации частоты вала первичного двигателя генератора. Исследование устойчивости и качества линейных автоматических систем. Моделирование нелинейных СУ. Оптимизация нелинейных систем. Дискретизация непрерывного регулятора. Исследование разомкнутой линейной системы при случайных возмущениях. Синтез оптимальных следящих систем. Расчет и моделирование комбинированной АСР. Проведение пробных занятий по теме.	12
7	Раздел 7.	Наблюдающие устройства. Наблюдатель скорости в системе управления двигателем. Наблюдатель магнитного потока. Использование фильтра Калмана в структуре наблюдателя.	10
<b>3 семестр</b>			
8	Раздел 8.	Методы идентификации технологических объектов в АСУ ТП. Модель авторегрессии скользящего среднего. Вейвлет модель временного ряда. Построение модели с помощью нейронных сетей и нечетких регуляторов.	12
9	Раздел 9.	Алгоритмы фильтрации сигналов в АСУ ТП. Методы поиска максимума функции нескольких переменных. Методы поиска условного максимума, основанные на сведении к задаче безусловной оптимизации.	18
10	Раздел 10.	Изучение основных понятий программной среды LabView и виртуального прибора. Создание, редактирование и отладка виртуального прибора. Создание подпрограмм виртуального прибора. Многократные повторения и циклы при создании виртуального прибора. Работа с массивами данных. Создание кластеров из элементов управления и отображения данных. Работа с кластерами. Масштабирование кластера. Графическое отображение данных. Файловые операции. Построение систем спектрального и корреляционного анализа.	15
<b>Итого:</b>			<b>117</b>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

#### Раздел 1. Общие вопросы моделирования

1. Понятие модели.
2. Классификационные признаки.
3. Задачи и методы моделирования.
4. Принцип системного подхода. Виды подобия.
5. Масштабы процессов и параметров систем.
6. Константы, индикаторы, критерии подобия, критериальные зависимости.
7. Способы получения критериев подобия: метод анализа размерностей, метод интегральных аналогов, метод нормализации уравнений.
8. Основные критерии подобия.
9. Критерии подобия электрических цепей и электромагнитных полей.

#### Раздел 2. Математические и компьютерные модели основных элементов автоматизированных ЭТК. Пакет MathCad

1. Системы координат для описания процессов в трехфазных устройствах.
2. Матрицы преобразования координат.
3. Обобщенный метод симметричных составляющих. Модели ЭТК.
4. Базовые алгоритмы управления электроприводом.
5. Основные вопросы устойчивости системы.
6. Модели измерения параметров качества электрической энергии.

### **Раздел 3. Статистическая модель эксперимента. Пакет прикладных программ Statistics Toolbox Simulink Matlab**

1. Задачи обработки результатов измерений.
2. Основные понятия теории вероятности и математической статистики.
3. Плотность распределения вероятности, кумулятивная и обратная функции основных видов распределений случайных величин. Доверительная вероятность и доверительный интервал.
4. Моменты случайных величин и их использование для идентификации закона распределения. Система случайных величин. Корреляционная матрица.
5. Распределение и числовые характеристики случайных величин. Линеаризация.

### **Раздел 4. Многофакторный эксперимент**

1. Аддитивные и мультипликативные модели процессов.
2. Простейшие поверхности отклика.
3. Методы отбора наиболее значимых факторов.
4. Оценка слоя неопределенности усредненной модели.
5. Методы теории планирования эксперимента.

### **Раздел 5. Модели сигналов систем автоматического управления. Пакет прикладных программ Signal Processing Toolbox Simulink Matlab**

1. Классификация сигналов. Разложение сигналов по единичным импульсам.
2. Свойства свертки сигналов.
3. Разложение сигналов по гармоническим функциям. Свойства преобразования Фурье.
4. Теоремы Парсеваля и Релея.
5. Классификация стохастических процессов и методы их описания. Функции распределения и характеристические функции.
6. Авто и взаимно ковариационные функции. Время корреляции.

### **Раздел 6. Основные модели систем управления. Пакет прикладных программ Control System Toolbox**

1. Задачи, общие принципы и структура систем управления.
2. Основные динамические характеристики и их параметры.
3. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость, многомерные системы.
4. Способы описания непрерывных и дискретных систем управления.
5. Операторный коэффициент передачи, комплексные частотные характеристики.

### **Раздел 7. Наблюдаемость динамической системы управления**

1. Оценивание параметров при наличии шумов измерения
2. Оценка параметров методом наименьших квадратов.
3. Рекурсивный алгоритм МНК. Фильтр Калмана.
4. Общие сведения по теории фильтрации, формирующий фильтр.
5. Фильтр Калмана для дискретных наблюдений и дискретной/непрерывной модели сигнала.

### **Раздел 8. Основные вопросы идентификация систем управления. Пакет прикладных программ System Identification Toolbox**

1. Понятие структурной идентификации.
2. Типовые структуры систем с дискретным временем.
3. Особенности идентификации систем в частотной и временной областях их описания.
4. Выбор идентифицирующих сигналов, способов оценивания и проверки адекватности модели
5. Понятие структурной и параметрической идентификации.

### **Раздел 9. Построение модели технологического объекта**

1. Схема построения модели.
2. Системный анализ объекта, организация экспериментальных исследований, анализ сигналов, топологическая и параметрическая идентификация модели объекта
3. Синтез системы управления.
4. Методика проведения эксперимента и алгоритмическое обеспечение экспериментальных исследований.
5. Топологическая идентификация на основе регрессионного и корреляционного анализа.

## **Раздел 10. Системы SCADA**

1. Назначение системы.
2. Сравнение с системами телеметрии.
3. Описание структур различных каналов связи.
4. Терминология объектно-ориентированного программирования.
5. Технология объектно-ориентированного программирования.

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов по дисциплине 2 семестра:**

1. Понятие модели.
2. Классификационные признаки.
3. Задачи и методы моделирования.
4. Принцип системного подхода. Виды подобия.
5. Масштабы процессов и параметров систем.
6. Константы, индикаторы, критерии подобия, критериальные зависимости.
7. Способы получения критериев подобия: метод анализа размерностей, метод интегральных аналогов, метод нормализации уравнений.
8. Основные критерии подобия.
9. Критерии подобия электрических цепей и электромагнитных полей.
10. Системы координат для описания процессов в трехфазных устройствах.
11. Матрицы преобразования координат.
12. Обобщенный метод симметричных составляющих. Модели ЭТК.
13. Базовые алгоритмы управления электроприводом.
14. Основные вопросы устойчивости системы.
15. Модели измерения параметров качества электрической энергии
16. Задачи обработки результатов измерений.
17. Основные понятия теории вероятности и математической статистики.
18. Плотность распределения вероятности, кумулятивная и обратная функции основных видов распределений случайных величин. Доверительная вероятность и доверительный интервал.
19. Моменты случайных величин и их использование для идентификации закона распределения.
20. Система случайных величин. Корреляционная матрица.
21. Распределение и числовые характеристики случайных величин. Линеаризация
22. Аддитивные и мультипликативные модели процессов.
23. Простейшие поверхности отклика.
24. Методы отбора наиболее значимых факторов.
25. Оценка слоя неопределенности усредненной модели.
26. Методы теории планирования эксперимента.
27. Классификация сигналов. Разложение сигналов по единичным импульсам.
28. Свойства свертки сигналов.
29. Разложение сигналов по гармоническим функциям. Свойства преобразования Фурье.
30. Теоремы Парсеваля и Релея.
31. Классификация стохастических процессов и методы их описания. Функции распределения и характеристические функции.
32. Авто и взаимно ковариационные функции. Время корреляции.

#### **6.2.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

##### **Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине:**

1. Задачи, общие принципы и структура систем управления.
2. Основные динамические характеристики и их параметры.
3. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость, многомерные системы.
4. Способы описания непрерывных и дискретных систем управления.
5. Операторный коэффициент передачи, комплексные частотные характеристики
6. Оценивание параметров при наличии шумов измерения

7. Оценка параметров методом наименьших квадратов.
8. Рекурсивный алгоритм МНК. Фильтр Калмана.
9. Общие сведения по теории фильтрации, формирующий фильтр.
10. Фильтр Калмана для дискретных наблюдений и дискретной/непрерывной модели сигнала.
11. Понятие структурной идентификации.
12. Типовые структуры систем с дискретным временем.
13. Особенности идентификации систем в частотной и временной областях их описания.
14. Выбор идентифицирующих сигналов, способов оценивания и проверки адекватности модели
15. Понятие структурной и параметрической идентификации.
16. Схема построения модели.
17. Системный анализ объекта, организация экспериментальных исследований, анализ сигналов, топологическая и параметрическая идентификация модели объекта
18. Синтез системы управления.
19. Методика проведения эксперимента и алгоритмическое обеспечение экспериментальных исследований.
20. Топологическая идентификация на основе регрессионного и корреляционного анализа
21. Назначение системы.
22. Сравнение с системами телеметрии.
23. Описание структур различных каналов связи.
24. Терминология объектно-ориентированного программирования
25. Технология объектно-ориентированного программирования
26. Понятие модели.
27. Классификационные признаки.
28. Задачи и методы моделирования.
29. Принцип системного подхода. Виды подобия.
30. Масштабы процессов и параметров систем.
31. Константы, индикаторы, критерии подобия, критериальные зависимости.
32. Способы получения критериев подобия: метод анализа размерностей, метод интегральных аналогов, метод нормализации уравнений.
33. Основные критерии подобия.
34. Методика подготовки и проведения учебных занятий по моделированию.
35. Виды учебных занятий и их особенности

### Примерные тестовые задания к промежуточной аттестации

#### Вариант 1

<i>№ n/n</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
1.	Моделирование — это:	1. процесс замены реального объекта (процесса, явления) моделью, отражающей его существенные признаки с точки зрения достижения конкретной цели; 2. процесс демонстрации моделей одежды в салоне мод; 3. процесс замены реального объекта (процесса, явления) другим материальным или идеальным объектом; 4. процесс выявления существенных признаков рассматриваемого объекта.
2.	Модель — это:	1. фантастический образ реальной действительности; 2. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его пространственно-временные характеристики; 3. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его существенные характеристики; 4. описание изучаемого объекта средствами изобразительного искусства.

<i>№ n/n</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
3.	При изучении объекта реальной действительности можно создать:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. одну единственную модель;</li> <li>2. несколько различных видов моделей, каждая из которых отражает те или иные существенные признаки объекта;</li> <li>3. одну модель, отражающую совокупность признаков объекта;</li> <li>4. точную копию объекта во всех проявлениях его свойств и поведения.</li> </ol>
4.	К числу самых первых графических информационных моделей следует отнести	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. наскальные росписи;</li> <li>2. карты поверхности Земли;</li> <li>3. книги с иллюстрациями;</li> <li>4. строительные чертежи и планы.</li> </ol>
5.	Построение модели исходных данных; построение модели результата, разработка алгоритма, разработка и программы, отладка и исполнение программы, анализ и интерпретация результатов — это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. разработка алгоритма решения задач;</li> <li>2. анализ существующих задач;</li> <li>3. этапы решения задачи с помощью компьютера;</li> <li>4. алгоритм математической задачи</li> </ol>
6.	В качестве примера модели поведения можно назвать:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. список учащихся школы;</li> <li>2. правила техники безопасности в компьютерном классе;</li> <li>3. план эвакуации при пожаре;</li> <li>4. чертежи школьного здания.</li> </ol>
7.	Компьютерное имитационное моделирование ядерного взрыва НЕ позволяет:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. экспериментально проверить влияние высокой температуры и облучения на природные объекты;</li> <li>2. провести натурное исследование процессов, протекающих в природе в процессе взрыва и после взрыва;</li> <li>3. уменьшить стоимость исследований и обеспечить безопасность людей;</li> <li>4. получить достоверную информацию о влиянии ядерного взрыва на растения и животных в зоне облучения.</li> </ol>
8.	Укажите ЛОЖНОЕ утверждение:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. “Строгих правил построения нет”;</li> <li>2. “Никакая модель не может заменить само явление, но при решении конкретной задачи она может оказаться очень полезным инструментом”;</li> <li>3. “Модель содержит столько же информации, сколько и моделируемый объект”;</li> <li>4. “Все образование — это изучение тех или иных моделей, а также приемов их использования”.</li> </ol>
9.	В биологии классификация представителей животного мира представляет собой:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. иерархическую модель;</li> <li>2. табличную модель;</li> <li>3. графическую модель;</li> <li>4. натурную модель.</li> </ol>
10.	Отметь ИСТИННОЕ высказывание:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. непосредственное наблюдение — это хранение информации;</li> <li>2. чтение справочной литературы — это поиск информации;</li> <li>3. построение графической модели явления — это передача информации;</li> <li>4. прослушивание радиопередачи — это процесс обработки информации.</li> </ol>

<i>№ n/n</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
11.	Отметь ЛОЖНОЕ продолжение к высказыванию: “К информационному процессу поиска информации можно отнести...”:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. непосредственное наблюдение;</li> <li>2. чтение справочной литературы;</li> <li>3. запрос к информационным системам;</li> <li>4. построение графической модели явления.</li> </ol>
12.	Табличная информационная модель представляет собой:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. набор графиков, рисунков, чертежей, схем, диаграмм;</li> <li>2. описание иерархической структуры строения моделируемого объекта;</li> <li>3. описание объектов (или их свойств) в виде совокупности значений, размещаемых в таблице;</li> <li>4. систему математических формул.</li> </ol>
13.	Математическая модель объекта — это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала;</li> <li>2. описание в виде схемы внутренней структуры изучаемого объекта;</li> <li>3. совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведения в виде таблицы;</li> <li>4. совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение.</li> </ol>
14.	Информационной моделью объекта нельзя считать:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. описание объекта-оригинала с помощью математических формул;</li> <li>2. другой объект, не отражающий существенных признаков и свойств объекта-оригинала;</li> <li>3. совокупность данных в виде таблицы, содержащих информацию о качественных и количественных характеристиках объекта-оригинала;</li> <li>4. описание объекта-оригинала на естественном или формальном языке.</li> </ol>
15.	Натурное моделирование это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. моделирование, при котором в модели узнается моделируемый объект, то есть натурная модель всегда имеет визуальную схожесть с объектом-оригиналом;</li> <li>2. создание математических формул, описывающих форму или поведение объекта-оригинала;</li> <li>3. моделирование, при котором в модели узнается какой-либо отдельный признак объекта-оригинала;</li> <li>4. совокупность данных, содержащих текстовую информацию об объекте-оригинале.</li> </ol>
16.	Процесс построения модели, как правило, предполагает:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. описание всех свойств исследуемого объекта;</li> <li>2. выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта;</li> <li>3. выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи;</li> <li>4. описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта.</li> </ol>

<i>№ n/n</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
17.	С помощью компьютерного имитационного моделирования НЕЛЬЗЯ изучать:	1. демографические процессы, протекающие в социальных системах; 2. тепловые процессы, протекающие в технических системах; 3. процессы психологического взаимодействия людей; 4. траектории движения планет и космических кораблей в безвоздушном пространстве.
18.	Файловая система персонального компьютера наиболее адекватно может быть описана в виде:	1. табличной модели; 2. графической модели; 3. иерархической модели; 4. математической модели.
19.	Описание глобальной компьютерной сети Интернет в виде системы взаимосвязанных следует рассматривать как:	1. табличную модель; 2. графическую модель; 3. математическую модель; 4. сетевую модель.
20.	Рисунки, карты, чертежи, диаграммы, схемы, графики представляют собой:	1. табличные информационные модели; 2. математические модели; 3. графические информационные модели; 4. иерархические информационные модели.

### Вариант 2

<i>№ n/n</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
1.	Отметь ЛОЖНОЕ продолжение к высказыванию: “К информационному процессу поиска информации можно отнести...”:	1. непосредственное наблюдение; 2. чтение справочной литературы; 3. запрос к информационным системам; 4. построение графической модели явления.
2.	Табличная информационная модель представляет собой:	1. набор графиков, рисунков, чертежей, схем, диаграмм; 2. описание иерархической структуры строения моделируемого объекта; 3. описание объектов (или их свойств) в виде совокупности значений, размещаемых в таблице; 4. систему математических формул.
3.	Математическая модель объекта — это	1. созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала; 2. описание в виде схемы внутренней структуры объекта; 3. совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведения в виде таблицы; 4. совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение.



<i>№ n/n</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
4.	Информационной моделью объекта нельзя считать:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. описание объекта-оригинала с помощью математических формул;</li> <li>2. другой объект, не отражающий существенных признаков и свойств объекта-оригинала;</li> <li>3. совокупность данных в виде таблицы, содержащих информацию о качественных и количественных характеристиках объекта-оригинала;</li> <li>4. описание объекта-оригинала на естественном или формальном языке.</li> </ol>
5.	Натурное моделирование это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. моделирование, при котором в модели узнается моделируемый объект, то есть натурная модель всегда имеет визуальную схожесть с объектом- оригиналом;</li> <li>2. создание математических формул, описывающих форму или поведение объекта-оригинала;</li> <li>3. моделирование, при котором в модели узнается какой-либо отдельный признак объекта-оригинала;</li> <li>4. совокупность данных, содержащих текстовую информацию об объекте-оригинале.</li> </ol>
6.	Процесс построения модели, как правило, предполагает:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. описание всех свойств исследуемого объекта;</li> <li>2. выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта;</li> <li>3. выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи;</li> <li>4. описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта.</li> </ol>
7.	С помощью компьютерного имитационного моделирования НЕЛЬЗЯ изучать:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. демографические процессы, протекающие в социальных системах;</li> <li>2. тепловые процессы, протекающие в технических системах;</li> <li>3. процессы психологического взаимодействия учеников в классе;</li> <li>4. траектории движения планет и космических кораблей в безвоздушном пространстве.</li> </ol>
8.	Файловая система персонального компьютера наиболее адекватно может быть описана в виде:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. табличной модели;</li> <li>2. графической модели;</li> <li>3. иерархической модели;</li> <li>4. математической модели.</li> </ol>
9.	Описание глобальной компьютерной сети Интернет в виде системы взаимосвязанных следует рассматривать как:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. табличную модель;</li> <li>2. графическую модель;</li> <li>3. математическую модель;</li> <li>4. сетевую модель.</li> </ol>
10.	Рисунки, карты, чертежи, диаграммы, схемы, графики представляют собой:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. табличные информационные модели;</li> <li>2. математические модели;</li> <li>3. графические информационные модели;</li> <li>4. иерархические информационные модели.</li> </ol>

<b>№ n/n</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
11.	Моделирование — это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. процесс замены реального объекта (процесса, явления) моделью, отражающей его существенные признаки с точки зрения достижения конкретной цели;</li> <li>2. процесс демонстрации моделей одежды в салоне мод;</li> <li>3. процесс замены реального объекта (процесса, явления) другим материальным или идеальным объектом;</li> <li>4. процесс выявления существенных признаков рассматриваемого объекта.</li> </ol>
12.	Модель — это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. фантастический образ реальной действительности;</li> <li>2. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его пространственно-временные характеристики;</li> <li>3. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его существенные характеристики;</li> <li>4. описание изучаемого объекта средствами изобразительного искусства.</li> </ol>
13.	При изучении объекта реальной действительности можно создать:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. одну единственную модель;</li> <li>2. несколько различных видов моделей, каждая из которых отражает те или иные существенные признаки объекта;</li> <li>3. одну модель, отражающую совокупность признаков;</li> <li>4. точную копию объекта во всех проявлениях его свойств и поведения.</li> </ol>
14.	К числу самых первых графических информационных моделей следует отнести	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. наскальные росписи;</li> <li>2. карты поверхности Земли;</li> <li>3. книги с иллюстрациями;</li> <li>4. строительные чертежи и планы.</li> </ol>
15.	Построение модели исходных данных; построение модели результата, разработка алгоритма, разработка и программы, отладка и исполнение программы, анализ и интерпретация результатов — это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. разработка алгоритма решения задач;</li> <li>2. анализ существующих задач;</li> <li>3. этапы решения задачи с помощью компьютера;</li> <li>4. алгоритм математической задачи.</li> </ol>
16.	В качестве примера модели поведения можно назвать:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. список учащихся школы;</li> <li>2. правила техники безопасности в компьютерном классе;</li> <li>3. план эвакуации при пожаре;</li> <li>4. чертежи школьного здания.</li> </ol>
17.	Компьютерное имитационное моделирование ядерного взрыва НЕ позволяет:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. экспериментально проверить влияние высокой температуры и облучения на природные объекты;</li> <li>2. провести натурное исследование процессов, протекающих в природе в процессе взрыва и после взрыва;</li> <li>3. уменьшить стоимость исследований и обеспечить безопасность людей;</li> <li>4. получить достоверную информацию о влиянии ядерного взрыва на растения и животных в зоне облучения.</li> </ol>

<i>№ n/n</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
18.	Укажите ЛОЖНОЕ утверждение:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. “Строгих правил построения любой модели сформулировать невозможно”;</li> <li>2. “Никакая модель не может заменить само явление, но при решении конкретной задачи она может оказаться очень полезным инструментом”;</li> <li>3. “Модель содержит столько же информации, сколько и моделируемый объект”;</li> <li>4. “Все образование — это изучение тех или иных моделей, а также приемов их использования”.</li> </ol>
19.	В биологии классификация представителей животного мира представляет собой:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. иерархическую модель;</li> <li>2. табличную модель;</li> <li>3. графическую модель;</li> <li>4. натурную модель.</li> </ol>
20.	Отметь ИСТИННОЕ высказывание:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. непосредственное наблюдение — это хранение информации;</li> <li>2. чтение справочной литературы — это поиск информации;</li> <li>3. построение графической модели явления — это передача информации;</li> <li>4. прослушивание радиопередачи — это процесс обработки информации.</li> </ol>

### Вариант 3

<i>№ n/n</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
1.	Натурное моделирование это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. моделирование, при котором в модели узнается моделируемый объект, то есть натурная модель всегда имеет визуальную схожесть с объектом- оригиналом;</li> <li>2. создание математических формул, описывающих форму или поведение объекта-оригинала;</li> <li>3. моделирование, при котором в модели узнается какой-либо отдельный признак объекта-оригинала;</li> <li>4. совокупность данных, содержащих текстовую информацию об объекте-оригинале.</li> </ol>
2.	Процесс построения модели, как правило, предполагает:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. описание всех свойств исследуемого объекта;</li> <li>2. выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта;</li> <li>3. выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи;</li> <li>4. описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта.</li> </ol>
3.	С помощью компьютерного имитационного моделирования НЕЛЬЗЯ изучать:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. демографические процессы, протекающие в социальных системах;</li> <li>2. тепловые процессы, протекающие в технических системах;</li> <li>3. процессы психологического взаимодействия учеников в классе;</li> <li>4. траектории движения планет и космических кораблей в безвоздушном пространстве.</li> </ol>

<i>№ n/n</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
4.	Файловая система персонального компьютера наиболее адекватно может быть описана в виде:	1. табличной модели; 2. графической модели; 3. иерархической модели; 4. математической модели.
5.	Описание глобальной компьютерной сети Интернет в виде системы взаимосвязанных следует рассматривать как:	1. табличную модель; 2. графическую модель; 3. математическую модель; 4. сетевую модель.
6.	Рисунки, карты, чертежи, диаграммы, схемы, графики представляют собой:	1. табличные информационные модели; 2. математические модели; 3. графические информационные модели; 4. иерархические информационные модели.
7.	Моделирование — это:	1. процесс замены реального объекта (процесса, явления) моделью, отражающей его существенные признаки с точки зрения достижения конкретной цели; 2. процесс демонстрации моделей одежды в салоне мод; 3. процесс замены реального объекта (процесса, явления) другим материальным или идеальным объектом; 4. процесс выявления существенных признаков объекта.
8.	Модель — это:	1. фантастический образ реальной действительности; 2. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его пространственно-временные характеристики; 3. материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его существенные характеристики. 4. описание изучаемого объекта средствами изобразительного искусства.
9.	При изучении объекта реальной действительности можно создать:	1. одну единственную модель; 2. несколько различных видов моделей, каждая из которых отражает те или иные существенные признаки объекта; 3. одну модель, отражающую совокупность признаков; 4. точную копию объекта во всех проявлениях его свойств и поведения.
10.	К числу самых первых графических информационных моделей следует отнести	1. наскальные росписи; 2. карты поверхности Земли; 3. книги с иллюстрациями; 4. строительные чертежи и планы.
11.	Отметь ЛОЖНОЕ продолжение к высказыванию: “К информационному процессу поиска информации можно отнести...”:	1. непосредственное наблюдение; 2. чтение справочной литературы; 3. запрос к информационным системам; 4. построение графической модели явления.
12.	Табличная информационная модель представляет собой:	1. набор графиков, рисунков, чертежей, схем, диаграмм; 2. описание иерархической структуры строения моделируемого объекта; 3. описание объектов (или их свойств) в виде совокупности значений, размещаемых в таблице; 4. систему математических формул.

<i>№ n/n</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
13.	Математическая модель объекта — это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала;</li> <li>2. описание в виде схемы внутренней структуры объекта;</li> <li>3. совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведения в виде таблицы;</li> <li>4. совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение.</li> </ol>
14.	Информационной моделью объекта нельзя считать:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. описание объекта-оригинала с помощью математических формул;</li> <li>2. другой объект, не отражающий существенных признаков и свойств объекта-оригинала;</li> <li>3. совокупность данных в виде таблицы, содержащих информацию о качественных и количественных характеристиках объекта-оригинала;</li> <li>4. описание объекта-оригинала на естественном или формальном языке.</li> </ol>
15.	Построение модели исходных данных; построение модели результата, разработка алгоритма, разработка и программы, отладка и исполнение программы, анализ и интерпретация результатов — это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. разработка алгоритма решения задач;</li> <li>2. анализ существующих задач;</li> <li>3. этапы решения задачи с помощью компьютера;</li> <li>4. алгоритм математической задачи</li> </ol>
16.	В качестве примера модели поведения можно назвать:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. список учащихся школы;</li> <li>2. правила техники безопасности в компьютерном классе;</li> <li>3. план эвакуации при пожаре;</li> <li>4. чертежи школьного здания.</li> </ol>
17.	Компьютерное имитационное моделирование ядерного взрыва НЕ позволяет:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. экспериментально проверить влияние высокой температуры и облучения на природные объекты;</li> <li>2. провести натурное исследование процессов, протекающих в природе в процессе взрыва и после взрыва;</li> <li>3. уменьшить стоимость исследований и обеспечить безопасность людей;</li> <li>4. получить достоверную информацию о влиянии ядерного взрыва на растения и животных в зоне облучения.</li> </ol>
18.	Укажите ЛОЖНОЕ утверждение:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. “Строгих правил построения любой модели сформулировать невозможно”;</li> <li>2. “Никакая модель не может заменить само явление, но при решении конкретной задачи она может оказаться очень полезным инструментом”;</li> <li>3. “Модель содержит столько же информации, сколько и моделируемый объект”;</li> <li>4. “Все образование — это изучение тех или иных моделей, а также приемов их использования”.</li> </ol>

<i>№ n/n</i>	<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
19.	В биологии классификация представителей животного мира представляет собой:	1. иерархическую модель; 2. табличную модель; 3. графическую модель; 4. натурную модель.
20.	Отметь ИСТИННОЕ высказывание:	1. непосредственное наблюдение — это хранение информации; 2. чтение справочной литературы — это поиск информации; 3. построение графической модели явления — это передача информации; 4. прослушивание радиопередачи — это процесс обработки информации.

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)</b>	<b>Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)</b>	<b>Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)</b>
Посещение менее 50% лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 60% лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 70% лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 85% лекционных, лабораторных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### 6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)</b>	<b>Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)</b>	<b>Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)</b>
Студент не знает значительной части материала, допускает	Студент поверхностно знает материал основных разделов и	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)</b>	<b>Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)</b>	<b>Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)</b>
существенные ошибки в ответах на вопросы	тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### **Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Рекомендуемая литература**

#### **7.1.1 Основная литература**

1. Моделирование электропривода: Учебное пособие / Аксенов М.И. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 135 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Обложка. КБС) ISBN 978-5-16-009650-6. <http://znanium.com/catalog/product/452126>
2. Гайдук, А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 464 с. <https://e.lanbook.com/book/90161>
3. Компьютерное моделирование систем электропривода: Учебное пособие / Терёхин В.Б., Дементьев Ю.Н. - Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 307 с.: ISBN 978-5-4387-0558-1. <http://znanium.com/catalog/product/701804>.

#### **7.1.2 Дополнительная литература**

1. Теория автоматического управления. Линейные системы [Электронный ресурс]: лаб. практикум / С. В. Стороженко, О. М. Большунова. - СПб. : Горн. ун-т, 2012. - 55 с. [http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set\\_static\\_req&ns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=6%D0%9F2%2E15%2F%D0%A1%2082%2D100106758<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=6%D0%9F2%2E15%2F%D0%A1%2082%2D100106758<.>)
2. Теория автоматического управления. Синтез САУ горного производства с использованием ЭВМ [Электронный ресурс]: метод. разработка к курсовой работе для студентов всех форм обучения специальности 180400 / сост.: Р. М. Проскураков, С. В. Стороженко, В. И. Маларев. - СПб.: Горн. ун-т, 2001. - 57 с. : рис., схемы. - Библиогр.: с. 52 (9 назв.). [http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set\\_static\\_req&ns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=6%D0%9F2%2E15%2F%D0%A1%2082%2D100106758<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=6%D0%9F2%2E15%2F%D0%A1%2082%2D100106758<.>)

ns\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\_urb=<.>I=%D0%90%2085974%2F%D0%A2%2033%2D571654659<.>

3. Борисевич, А. В. Теория автоматического управления: элементарное введение с применением MATLAB [Электронный ресурс] / А. В. Борисевич. - М.: Инфра-М, 2014. - 200 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=470329>

4. Теория автоматического регулирования [Электронный ресурс] / Глазырин Г.В. - Новосибир.: НГТУ, 2014. - 168 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=558731>

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Конспект лекций по дисциплине «Электротехнические комплексы повышения производительности нефтепродуктовых пластов» для направления подготовки 13.04.02, <http://ior.spmi.ru/>.

2. Учебно-методические разработки для лабораторных занятий по дисциплине для направления подготовки 13.04.02, <http://ior.spmi.ru/>.

3. Учебно-методические разработки для практических занятий по дисциплине для направления подготовки 13.04.02, <http://ior.spmi.ru/>.

### **7.3. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

3. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

4. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

5. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

6. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

7. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/>.

8. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>.

9. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лаборатории оснащены электрооборудованием, стендами и измерительными средствами, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине.

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий:**

*30 посадочных мест*

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт.

#### **Аудитории для проведения практических занятий:**

*30 посадочных мест*

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 4 шт.

#### **Аудитория для проведения лабораторных занятий:**

*13 посадочных мест*

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 штук, кресло компьютерное – 13 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол для проектора – 1 шт., Системный блок R-StyleProxima MC 730 IP4 – 2 шт., Монитор ЖК NEC 17" – 2 шт., система мониторинга энергоэффективности предприятий СМЭЭП001 – 1 шт., преобразователь SimoregDC Master с микропроцессорным управлением 6RA7013-6DS62-0 – 1 шт., преобразователь частоты ATV31HU40N4 – 1 шт., преобразователь Simoreg DC Master с микропроцессорным управлением 6RA7013-6DS62-0 – 2 шт., источник беспере-



ребойного питания АНТ-2333 – 4 шт., измеритель RLC AM-3016 – 1 шт., комплект *Septom* 1000+ серии 40 *SchneiderElectric* – 2 шт., доска настенная – 1 шт.

## **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012.

Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional, Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product key: 766H1.

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMATH Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

## **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: MicrosoftWindows 7 Professional (Лицензионное соглашение MicrosoftOpenLicense 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стуля – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: MicrosoftWindows 7 Professional (Лицензионное соглашение MicrosoftOpenLicense 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

**8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. MicrosoftWindows 8 Professional.
2. Microsoft Office 2007 Standard.
3. Microsoft Office 2010 Professional Plus.
4. LabView Professional.
5. MathCadEducation.