

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
**«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ВИМ»**  
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора по образовательной и  
редакционно-издательской деятельности

Ю.С. Ценч

2024 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.05 Моделирование в решении инженерных задач**

*(индекс и наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки	<u>13.04.02 Электроэнергетика и электротехника</u> <i>(код и наименование)</i>
Уровень образования	<u>высшее - магистратура</u> <i>(высшее - магистратура/подготовка кадров высшей квалификации (аспирантура))</i>
Направленность	<u>Электроснабжение</u> <i>(наименование профиля подготовки)</i>
Форма обучения	<u>очная</u> <i>(очная, заочная)</i>

Москва 2024

Рабочая программа дисциплины  
разработана

д.т.н. Будников Д.А.  
(степень, звание, ФИО)

Рабочая программа дисциплины  
рассмотрена и принята на  
заседании кафедры  
общенаучных и специальных  
дисциплин

Протокол № 2 от « 15 » апреля 2024 г.

Руководитель магистерской  
программы

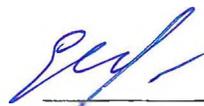
  
(подпись)

к.т.н. Виноградова А.В.

(ФИО)  
« 15 » апреля 2024 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник отдела образования

  
(подпись)

Курбанова Е.С.

(ФИО)  
« 15 » апреля 2024 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель освоения дисциплины	5
2. Место дисциплины в структуре ОПОП	5
3. Роль дисциплины в формировании компетенций	5
4. Содержание дисциплины	6
4.1. Формирование компетентностной траектории обучения по дисциплине	6
4.2. Содержание разделов дисциплины	7
5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	9
6. Программное обеспечение необходимое для освоения дисциплины	11
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины	11
8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (фонд оценочных средств)	11
9. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций	16

## АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины (модуля) Б1.О.05 Моделирование в решении инженерных задач для подготовки магистров по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность - Электроснабжение.

**Цель освоения дисциплины (модуля):** освоить основы численного моделирования, обработки результатов и интерпретации результатов при решении инженерных задач.

**Место дисциплины (модуля) в учебном плане:** дисциплина (модуль) Б1.О.05 Моделирование в решении инженерных задач включена в обязательную часть, учебного плана для подготовки магистров по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, дисциплина осваивается в 1 семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ОПК – 2.1 (ОПК – 2.1.2, ОПК – 2.1.4, ОПК – 2.1.6); ОПК – 2.2 (ОПК – 2.2.2, ОПК – 2.2.4, ОПК – 2.2.6); ОПК – 2.3 (ОПК – 2.3.2, ОПК – 2.3.4, ОПК – 2.3.6).

**Краткое содержание дисциплины:** Раздел 1. Постановка задачи и выбор методов и средств моделирования при решении инженерных задач. Раздел 2. Обработка и анализ результатов моделирования. Раздел 3. Интерпретация и представление результатов моделирования.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 144 часа (4 зачетных единицы)

**Промежуточный контроль:** экзамен.

## 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Моделирование в решении инженерных задач» является освоить основы численного моделирования, обработки результатов и интерпретации результатов при решении инженерных задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование в решении инженерных задач» включена в обязательную часть образовательных отношений, учебного плана для подготовки магистров по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, дисциплина осваивается в 1 семестре.

Материалы дисциплины основываются на знаниях, полученных в ходе изучения дисциплин Математика, Информатика, Прикладное программное обеспечение в моделировании объектов и процессов.

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, применяются студентами в ходе изучения дисциплин Автоматизированные системы управления технологическими процессами; Проектирование систем автоматизации; Методы и средства повышения надежности электроэнергетического и электротехнического оборудования; Эксплуатация электроэнергетического и электротехнического оборудования, а также в процессе прохождения практики и выполнения выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Моделирование в решении инженерных задач» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## 3. Роль дисциплины в формировании компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов соответствующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, представленных в Таблице 1.

Таблица 1

Перечень компетенций, необходимых для освоения дисциплины Б1.О.05 Моделирование в решении инженерных задач

Код компетенции выпускника	Наименование компетенции выпускника	Код и наименование индикатора компетенции выпускника	Код и наименование дескрипторов (планируемых результатов обучения выпускников)
Общепрофессиональные компетенции			
ОПК-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	ОПК-2.1.2.3. Знает основные методы исследования для решения поставленной задачи моделирования устройств в области электроэнергетики
			ОПК-2.1.4.У. Умеет применять необходимые методы исследования для решения поставленной задачи моделирования устройств в области электроэнергетики
			ОПК-2.1.6.В. Владеет необходимыми методами исследования для решения

		ОПК-2.2. Проводит анализ полученных результатов	поставленной задачи моделирования устройств в области электроэнергетики	
			ОПК-2.2.2.3. Знает специфику анализа полученных результатов моделирования устройств в области электроэнергетики	
			ОПК-2.2.4.У. Умеет применять методы анализа и оценки полученных результатов моделирования устройств в области электроэнергетики	
		ОПК-2.3. Представляет результаты выполненной работы		ОПК-2.2.6.В. Владеет методами оценки полученных результатов моделирования устройств в области электроэнергетики
				ОПК-2.3.2.3. Знает технологии для представления результатов выполненной работы по моделированию устройств в области электроэнергетики
				ОПК-2.3.4.У. Умеет применять способы представления результатов выполненной работы по моделированию устройств в области электроэнергетики
				ОПК-2.3.6.В. Владеет способами представления результатов выполненной работы по моделированию устройств в области электроэнергетики для представления результатов выполненной работы

#### 4. Содержание дисциплины

Дисциплина «Моделирование в решении инженерных задач» в соответствии с учебным планом осваивается на 1 курсе в 1 семестре. Форма промежуточного контроля результатов освоения дисциплины: экзамен.

##### 4.1. Формирование компетентностной траектории обучения по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

Таблица 2

Компетенции	Индикаторы	Дескрипторы	Содержание	Трудоемкость занятий по видам учебной работы				
				Л	ПЗ	ПКР	СР	Итого
ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	ОПК-2.1.2.3. Знает основные методы исследования для решения поставленной задачи моделирования устройств в области электроэнергетики	Раздел 1. Постановка задачи и выбор методов и средств моделирования при решении инженерных задач	4			10	14
		ОПК-2.1.4.У. Умеет применять необходимые методы исследования для решения поставленной задачи моделирования устройств в области электроэнергетики			2		8	10

		ОПК-2.1.6.В. Владеет необходимыми методами исследования для решения поставленной задачи моделирования устройств в области электроэнергетики			2		8	10
	ОПК-2.2. Проводит анализ полученных результатов	ОПК-2.2.2.3. Знает специфику анализа полученных результатов моделирования устройств в области электроэнергетики	Раздел 2. Обработка и анализ результатов моделирования	4			12	16
		ОПК-2.2.4.У. Умеет применять методы анализа и оценки полученных результатов моделирования устройств в области электроэнергетики		4			8	12
		ОПК-2.2.6.В. Владеет методами оценки полученных результатов моделирования устройств в области электроэнергетики		2			10	12
	ОПК-2.3. Представляет результаты выполненной работы	ОПК-2.3.2.3. Знает технологии для представления результатов выполненной работы по моделированию устройств в области электроэнергетики	Раздел 3. Интерпретация и представление результатов моделирования	2			8	10
		ОПК-2.3.4.У. Умеет применять способы представления результатов выполненной работы по моделированию устройств в области электроэнергетики		2			8	10
		ОПК-2.3.6.В. Владеет способами представления результатов выполненной работы по моделированию устройств в области электроэнергетики для представления результатов выполненной работы		2			7	9
Консультация перед экзаменом (контактная работа на промежуточном контроле)						5		5
Экзамен (контактная работа на промежуточном контроле)						36		36
Итого по дисциплине				10	14	41	79	144

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

Таблица 3

№	Наименование темы	Вид учебной деятельности	Дескрипторы	Кол-во часов
Раздел 1. Постановка задачи и выбор методов и средств моделирования при решении инженерных задач				
1	Тема 1. Численные методы решения	Лекция №1. Введение в численные методы решения уравнений при решении задач энергетики.	ОПК-2.1.2.3	2

	уравнений математической физики	Самостоятельная работа 1. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Уравнения в частных производных. Уравнение переноса.		10
		Лекция №2. Постановка задач математического моделирования физических процессов в устройствах высокого напряжения на основе анализа электрических полей и регулирования полей при проектировании энергетического и электрооборудования		2
2	Тема 2. Использование программных сред моделирования электрооборудования и электроустановок.	Практическое занятие 1. Основные возможности программных средств. Использование программных средств в статистическом анализе.	ОПК-2.1.4.У	2
		Самостоятельная работа 2. Знакомство со средой SciLab и возможностями для решения инженерных задач.		8
3	Тема 3. Представление и визуализация результатов инженерных расчетов.	Практическое занятие 2. Возможности программных средств в выполнении интерполяции и аппроксимации данных, проведении корреляционного анализа.	ОПК-2.1.6.В	2
		Самостоятельная работа 3. Представление и визуализация результатов инженерных расчетов в программных средах Excel, Matlab, MathCAD.		8
Раздел 2. Обработка и анализ результатов моделирования				
4	Тема 4. Требования к выполнению численного моделирования	Лекция №3. Требования к выполнению численного моделирования. Семейство ГОСТ Р 57700.	ОПК-2.2.2.3	2
		Лекция №4. Имитационное моделирование. Использование программных сред для численного решения инженерных задач.		2
		Самостоятельная работа 3. Моделирование динамических систем в AnyDynamics (MvStadium).		12
5	Тема 5. Использование возможностей программных средств.	Практическое занятие 3. Использование возможностей программных средств при решении систем уравнений.	ОПК-2.2.4.У	2
		Практическое занятие 4. Использование возможностей программных средств для проведения оптимизации.		2
		Самостоятельная работа 4. Компонентное моделирование физических систем в AnyDynamics (MvStadium 6).		8
		Практическое занятие 5. Использование возможностей программных средств для решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	ОПК-2.2.6.В	2
		Самостоятельная работа 5.		10
Раздел 3. Интерпретация и представление результатов моделирования				
6	Тема 6. Визуализация результатов моделирования.	Лекция №5. Методы визуализации.	ОПК-2.3.2.3	2
		Самостоятельная работа 6. Разработка и представление модели перекрестка в AnyLogic		8
7	Тема 7. Использование возможностей программных средств для анализа и визуализация результатов моделирования.	Практическое занятие 6. Использование возможностей программных средств для решения и визуализации задач теории автоматического управления.	ОПК-2.3.4.У	2
		Самостоятельная работа 7. Моделирование Производства кислотно-свинцовых аккумуляторов в AnyLogic		8
		Практическое занятие 7. Анализ систем автоматического регулирования с использованием возможностей программных средств.	ОПК-2.3.6.В	2

		Самостоятельная работа 8. Моделирование обслуживания ветряных турбин в AnyLogic		7
Консультация перед экзаменом (контактная работа на промежуточном контроле)				5
Экзамен (контактная работа на промежуточном контроле)				36
Итого				144

### 5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Выходные данные, объем	Наличие в библиотеке или адрес доступа на электронный ресурс	Кол-во экземпляров библиотеке
1	Плохотников К.Э.	Методы разработки математических моделей и вычислительный эксперимент на базе пакета MATLAB. Курс лекций	СОЛОН-Пресс, 2017. – 628с.	да	6
2	А.В. Бабкина О.С. Пучкова	Математическое моделирование и проектирование: учебно-методическое пособие	Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2019 — 71 с.	<a href="http://elib.timacad.ru/dl/local/umo388.pdf">http://elib.timacad.ru/dl/local/umo388.pdf</a>	-

#### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Выходные данные, объем	Наличие в библиотеке или адрес доступа на электронный ресурс	Кол-во экземпляров библиотеке
1	С.Н. Карамбиров, Ю.Г. Буркова	Анализ и синтез сложных инженерных систем с применением современных математических методов: монография	— Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016 — 193 с.: табл., рис., цв.ил. — Коллекция: Монографии. — Режим доступа : <a href="http://elib.timacad.ru/dl/local/358.pdf">http://elib.timacad.ru/dl/local/358.pdf</a>	<a href="http://elib.timacad.ru/dl/local/358.pdf">http://elib.timacad.ru/dl/local/358.pdf</a>	-
2	Н.А. Коптева, Н.М. Удинцова, С.А. Котобской, И.П. Шульгина	Корреляционно-регрессионный и дисперсионный анализ	Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012	нет	-
3	Д.В. Степовой	Оптимизационные задачи на графах	Зерноград: ФГОУВПО АЧГАА, 2004	нет	-
4	Н.А. Коптева, С.А. Коробской, Е.В. Усова, И.П. Невольских	Методы моделирования производственных процессов	Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2011	нет	-

### Периодические издания

№ п/п	Наименование	Вид издания	Наличие в библиотеке или адрес доступа на электронный ресурс
1	Известия Российской академии наук. Теория и системы управления»	журнал	<a href="https://sciencejournals.ru/journal/teorsist/">https://sciencejournals.ru/journal/teorsist/</a>
2	Алгебра и анализ	журнал	<a href="http://www.pdmi.ras.ru/AA/">http://www.pdmi.ras.ru/AA/</a>
3	Дифференциальные уравнения	журнал	<a href="http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=de&amp;option_lang=rus">http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=de&amp;option_lang=rus</a>

### Интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование	Адрес доступа	Возможность доступа
<b>Электронные образовательные и информационные ресурсы</b>			
1	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a> Доступ с территории Научно-технической библиотеки ФНАЦ ВИМ	бесплатно, договор от 07.11.2019 №101НЕБ6308 (на 5 лет с последующей пролонгацией)
2	ОАPEN — Open Access Publishing in European Networks — ресурс, представляющий более 1600 полнотекстовых книг в формате pdf по различным отраслям знаний: Society and social sciences; Humanities; Economics, finance, business and management; Law; Mathematics and science; Language; Earth sciences, geography, environment, planning.	<a href="http://www.oapen.org/home">http://www.oapen.org/home</a>	бесплатно
3	АлуDynamics - высокопроизводительная среда для создания и отладки интерактивных многокомпонентных математических моделей сложных динамических систем	<a href="https://www.mvstudium.com/download.php">https://www.mvstudium.com/download.php</a>	бесплатно
<b>Информационно-справочные системы</b>			
4	Национальная информационно-аналитическая система Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	<a href="http://elibrarv.ru/">http://elibrarv.ru/</a>	бесплатно
5	Университетская информационная система «Россия».	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>	бесплатно
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам.	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>	бесплатно
<b>Профессиональные базы данных</b>			
7	База данных Social Science Research Network (SSRN).	<a href="http://www.ssoar.info/">http://www.ssoar.info/</a>	бесплатно
8	Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных Web of Science.	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>	бесплатно
9	Библиографическая и реферативная база данных Scopus.	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	бесплатно

Методические указания, рекомендации и другие материалы

Не предусмотрено.

## **6. Программное обеспечение необходимое для освоения дисциплины**

Scilab (free license), AnyDynamics (free license), AnyLogic (free license)

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории (компьютерный класс) для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практических занятий), текущего контроля, промежуточной аттестации.

Учебные аудитории (компьютерный класс) для групповых и индивидуальных консультаций, организации самостоятельной работы, в том числе научно-исследовательской.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФНАЦ ВИМ.

## **8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (фонд оценочных средств)**

Контрольные задания для проведения текущего контроля по дисциплине (модулю)

Темы рефератов:

Раздел 1. Постановка задачи и выбор методов и средств моделирования при решении инженерных задач.

1. Метод Пикара.
2. Метод малого параметра.
3. Метод ломанных.
4. Метод Рунге Кутты.
5. Метод Адамса.
6. Метод стрельбы.
7. Метод разделения переменных.
8. Методы принятия решений.
9. Игровые подходы к решению инженерных задач.
10. Моделирование систем массового обслуживания.

Раздел 2. Обработка и анализ результатов моделирования.

1. Корреляционно-регрессионный анализ.
2. Оценка тесноты связи между объектом и моделью.
3. Множественная регрессия.
4. Графический метод решения задач линейного программирования.
5. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.

Раздел 3. Интерпретация и представление результатов моделирования

1. Представление результатов моделирования, выполненных в SciLab.
2. Представление результатов моделирования, выполненных в AnyLogic.
3. Представление результатов моделирования, выполненных в AnyDynamics.
4. Представление результатов моделирования, выполненных в Matlab.
5. Представление результатов моделирования, выполненных в SimInTech.

## 8.2. Контрольные вопросы для проведения экзамена и зачета

Вопросы к экзамену:

Теоретическая часть:

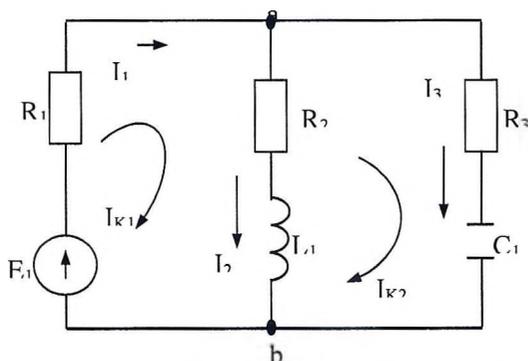
1. Постановка задачи Коши.
2. Метод Пикара.
3. Метод малого параметра.
4. Метод ломанных.
5. Метод Рунге Кутты.
6. Метод Адамса.
7. Постановка краевой задачи.
8. Метод стрельбы.
9. Метод разделения переменных.
10. Точные методы решения уравнений в частных производных.
11. Автомодельные решения уравнений в частных производных.
12. Разностный метод решения уравнений в частных производных.
13. Линейное уравнение переноса.
14. Геометрическая интерпретация устойчивости.
15. Квазилинейное уравнение.
16. Одномерные уравнения.
17. Многомерное уравнение.
18. Прямые методы решения эллиптических уравнений.
19. Итерационные методы решения эллиптических уравнений.
20. Волновое уравнение.
21. Интегральные уравнения.
22. Решение линейных алгебраических систем методом Монте-Карло
23. Многомасштабная модель турбулентного движения жидкости
24. Математическая модель коллектора электромагнитной энергии
25. Назначение и возможности пакета символьных операций системы программных средств.
26. Функции математического анализа, аналитические операции с выражениями.
27. Решение дифференциальных уравнений и их систем в символьном виде.
28. Разложение функций в ряд Тейлора и Маклорена.
29. Корреляционно-регрессионный анализ.
30. Оценка тесноты связи между объектом и моделью.
31. Множественная регрессия.
32. Графический метод решения задач линейного программирования.
33. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.
34. Методы принятия решений.
35. Игровые подходы к решению инженерных задач.
36. Моделирование систем массового обслуживания.
37. Каковы основные источники погрешностей численных результатов?
38. Как классифицируются погрешности по происхождению?
39. Что означает устранимость и неустранимость погрешности?
40. Дайте определения абсолютной и относительной погрешностей. Чем вызвана необходимость их определения?
41. Что такое значащие и незначащие цифры записи приближённого числа?
42. Что такое верные и сомнительные значащие цифры?
43. Сформулируйте правила округления. Как они связаны с верными цифрами?
44. В чём значение верных цифр? Почему именно они важны в результате?
45. Как можно определить верные цифры числа без проверки каждой цифры?
46. Как можно оценить предельную погрешность по верным цифрам?
47. Почему надо оставлять в запасе одну-две сомнительные цифры при вычислениях?

48. По каким правилам записываются результаты приближённых расчётов?
49. Что такое абсолютная и относительная погрешности представления числа в компьютере?
50. Как оценивается погрешность представления числа с фиксированной запятой?
51. Как оценивается погрешность представления числа с плавающей запятой?
52. По каким правилам (формулам) оцениваются погрешности арифметических операций?
53. Что такое дифференциальная погрешность и её линейная оценка?
54. Как оценивается погрешность функции? При каких условиях верна эта оценка?
55. Что такое обратная задача погрешности? Как она решается?
56. В каких областях научных знаний находит применение моделирование?
57. Раскройте суть понятий «модель» и «моделирование».
58. В каких случаях моделирование особо актуально?
59. Укажите причины необходимости наличия множества моделей.
60. Каковы основные функции моделей?
61. Какие типовые задачи решаются путем моделирования?
62. Какие модели составляют фундамент любой научной теории?
63. Каковы особенности имеет компьютерное моделирование?
64. В чем суть системного подхода?
65. Раскройте суть следующих понятий: система, подсистема, окружающая среда, структура системы.
66. Как происходит взаимодействие системы и окружающей среды?
67. Какие выводы для моделирования позволяет сделать системный подход?
68. Какие аспекты системного подхода используются при построении моделей?
69. Перечислите этапы построения модели.
70. Какие факторы должны учитываться при выборе вида модели?
71. Что такое адекватность модели?
72. Каковы причины неадекватности?
73. Что такое формализация?
74. Почему возникла потребность в формализации?
75. По каким основным признакам классифицируются модели?
76. Что такое информационная модель?
77. Что такое устойчивость системы?
78. Перечислите виды устойчивости систем.
79. 1. Что такое математическая модель?
80. 2. Каковы особенности математических моделей?
81. 3. В чем состоит актуальность математического моделирования?
82. 4. Каковы особенности построения математических моделей?
83. Что такое параметр?
84. Какова роль измерений в математическом моделировании?
85. Какие характеристики численных методов актуальны для моделирования?
86. Какие существуют способы построения математических моделей?
87. В чём преимущество безразмерных моделей?
88. В чём суть понятия «подобие»?
89. В чём суть понятия «аналогия»?
90. В чем суть формализации?
91. Что такое вычислительный эксперимент?
92. На какие классы можно разделить методы исследования математических моделей?
93. Какие этапы включает в себя технологический цикл вычислительного эксперимента?
94. Приведите примеры задач, которые решаются исключительно на основе вычислительного эксперимента.

95. Чем принципиально отличаются модели с сосредоточенными параметрами от математических моделей с распределенными параметрами?
96. Что такое сложная система?
97. Что такое модель «черный ящик»?
98. Каковы особенности моделирования сложных систем?
99. В чем сущность метода статистического моделирования?
100. Что такое имитационное моделирование, в чем его актуальность?
101. Какие задачи решаются при моделировании сложных систем?
102. В чем сущность метода стохастического моделирования?
103. Каковы причины актуальности имитационного моделирования?
104. Каков принцип функционирования клеточного автомата?
105. Перечислите преимущества моделей типа «клеточный автомат».
106. Что такое агентное моделирование?
107. Как построить модель случайного события?
108. Как построить модель полной группы событий?
109. Как построить модель событий, которые могут проявляться совместно?
110. Какова цель корреляционного анализа?
111. Какова главная цель планирования эксперимента?
112. Какова структура простейшей системы массового обслуживания?
113. Каковы особенности моделирования систем массового обслуживания?
114. Что такое регрессионная модель?
115. В чем суть корреляционного анализа?
116. В чем суть полного факторного эксперимента?
117. Перечислите назначение и состав оптимизационных моделей.
118. Каковы особенности технологий трехмерного моделирования?
119. Что такое САПР?
120. Что такое управление?
121. Что такое регулирование?
122. Каковы виды управления?
123. Что такое управление с обратной связью и без нее?
124. Почему обратная связь должна быть отрицательной?
125. Что такое гибридная модель?
126. Что такое визуальная модель?
127. Каково назначение AnyLogic?
128. Опишите парадигмы моделирования в AnyLogic.
129. Что такое модель системной динамики?
130. Что такое агентная модель?
131. Что такое событийная модель?
132. Какую роль играет стрейтчарт в моделях AnyLogic?
133. Перечислите особенности систем массового обслуживания (СМО).
134. Как строится анимация процесса обслуживания заявок в AnyLogic?
135. Как определить среднее число заявок в очереди в модели AnyLogic?
136. Как определить среднее число заявок, обслуженных процессором в модели AnyLogic?
137. Как строится модель AnyLogic в которой выполняется выбор канала обслуживания?
138. Перечислите особенности построения анимации канала обслуживания с ресурсами.
139. Перечислите основные этапы создания гистограмм в модели СМО.

Практическая часть:

1. Рассчитать в SciLab схему (рисунок 1) по законам Кирхгофа



$$R_1 = R_2 = R_3 = 4 \text{ Ом};$$

$$L_1 = 0,2 \text{ Гн}, C_1 = 210^{-6} \text{ Ф};$$

$$E_1 = 9 \text{ В}, \omega = 314 \text{ с}^{-1}.$$

Рисунок 1 - Расчетная схема электрической цепи

2. Рассчитать в SciLab схему (рисунок 1) методом контурных токов:  $R_1 = R_2 = R_3 = 4 \text{ Ом};$   
 $L_1 = 0,2 \text{ Гн}, C_1 = 210^{-6} \text{ Ф}; E_1 = 9 \text{ В}, \omega = 314 \text{ с}^{-1}.$

3. Для электроснабжения с.х. потребителей первой категории используются четыре вида источников электроэнергии: Т – ТП 10/0,4, D – дизельная электростанция, Г – газовая электростанция, В – ветровая генераторная установка. Условия работы источников электроэнергии приведены в таблице.

Необходимо с использованием SciLab определить, сколько кВт/ч должен выработать каждый из источников, чтобы плата за электроэнергию была минимальная, если предельный ресурс работы всех источников не должен превышать (10000, 6000, 18000) кВт/ч., общее количество вырабатываемой энергии не должно превышать 150 кВт/ч, а потребляемой- не менее 60 кВт/ч. Варианты и исходные данные для задания указаны в таблице 4.

Таблица 4

Тип источника	К-во вырабатываемой эл. энергии, кВт/ч				Предельный ресурс работы, кВт/ч				Стоимость эл. энергии, р·кВт/ч			
	вариант				вариант				вариант			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Т	100	60	40	40	8000	7000	9000	3000	35	11	10	12
D	50	40	100	40	2400	1800	3600	3000	17	11	9	14
Г	50	50	60	40	5500	5000	2000	9500	17	10	13	15
В	30	40	25	40	5400	3000	3600	6000	10	10	8	11

Запуск двигателя с фазным ротором осуществляется с использованием двух ступеней реостатов. Величина пускового тока зависит от следующих параметров:

$$I_n = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \left( \frac{U_n \cdot S_n}{\sqrt{3} \cdot I_n} + R_1 + R_2 \right)},$$

где  $U_n$  – напряжение между кольцами ротора, 380 В;  
 $S_n$  – номинальное скольжение ротора, 0,05;  
 $I_n$  – номинальный ток ротора, 20 А;  
 $R_1, R_2$  – сопротивление ступеней реостата, Ом.

Сопротивление ступеней реостата зависит от частот вращения вала ротора:

$$R_1 = \frac{U_{л} \cdot S_{н}}{\sqrt{3} \cdot I_{н}} \cdot \frac{\omega_c}{\omega_0 - \omega_b};$$

$$R_2 = \frac{U_{л} \cdot S_{н}}{\sqrt{3} \cdot I_{н}} \cdot \frac{\omega_b - \omega_c}{\omega_0 - \omega_b},$$

где  $\omega_0$  - синхронная частота вращения,  $165 \text{ с}^{-1}$ ;

$\omega_c$  - частота вращения ротора, до которой запуск осуществляется на сопротивлении  $R_1$ ,  $\text{с}^{-1}$

$\omega_b$  - частота вращения ротора, до которой запуск осуществляется на сопротивлении  $R_2$ ,  $\text{с}^{-1}$ .

Необходимо:

- определить  $\omega_c$  и  $\omega_b$  (при  $R_1$  и  $R_2 > 0$ ), обеспечивающие минимальный пусковой ток  $I_n$ ;

по найденным  $\omega_c$  и  $\omega_b$  определить  $R_1$  и  $R_2$ .

### 9. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций

Оценка	Критерии оценивания на экзамене
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.