


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

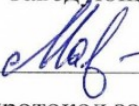
СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОПОП

 А. Н. Марьенков

«11» мая 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ИБиЦТ

 А. Н. Марьенков  
протокол заседания кафедры №10

«11» мая 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ**

Составители

**Подгорный А.Н., преподаватель кафедры ИБиЦТ  
Карпенко А.В., ассистент кафедры  
ИБиЦТ**

Направление подготовки /  
специальность

**09.03.02 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И  
ТЕХНОЛОГИИ**

Направленность (профиль) ОПОП  
Квалификация (степень)

**Безопасность информационных систем  
бакалавр**

Форма обучения

**Очно-заочное**

Год приема

**2021**

Курс

**3**

Астрахань– 2021 г.

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**1.1. Целями освоения дисциплины** «Моделирование систем» является изучение фундаментальных основ теории моделирования, вопросов теории построения компьютерных моделей и технологии использования моделирования как инструмента исследования и проектирования сложных систем, в том числе информационных систем (ИС).

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

изучить методы формализации и схематизации задач, используемые для построения моделей информационных систем;

освоить методы построения математических моделей информационных систем;

приобрести необходимые теоретические знания и практические навыки, относящиеся к реализации моделей информационных систем в виде программ для имитационного моделирования на ЭВМ;

получить опыт планирования и проведения вычислительных экспериментов над имитационными компьютерными моделями информационных систем;

изучить методы представления результатов вычислительных экспериментов над имитационными компьютерными моделями в наглядной форме;

освоить методы содержательного анализа результатов вычислительных экспериментов над моделями информационных систем;

изучить основные направления использования и приобрести практический опыт применения результатов методов имитационного моделирования систем для поддержки принятия решений, относящихся к проектированию и эксплуатации таких систем.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП**

**2.1. Учебная дисциплина технологии и методы программирования относится к** обязательной части (базовые дисциплины).

**2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами (модулями):**

- Информатика

Знания: базовые понятия информатики и вычислительной техники; понятие информационной системы и информационной технологии; технические и программные средства реализации информационных процессов; основные устройства, входящие в состав ЭВМ, их назначение и характеристики; формы представления и преобразования информации в компьютере.

Умения: применять вычислительную технику для решения практических задач; разработать алгоритм поставленной задачи.

Навыки работы на персональном компьютере.

- Основы программирования

Знания: основные структуры данных, используемые в языках программирования; структуру программ; нахождение значения выражения.

Умения: создавать схему алгоритма для задачи; решать задачи с помощью условных операторов, циклов.

Навыки и (или) опыт деятельности: в области применения функций, работы с файлами.

- Алгоритмы и структуры данных

Знания: способы применения различных структур данных для решения определённых задач; теория графов.

Умения: использовать возможности структур при построении алгоритмов решения задач.

Навыки и (или) опыт деятельности: решении задач оптимизации.

**2.3. Перечень последующих учебных дисциплин (модулей), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):**

– Проектирование и эксплуатация защищенных информационных систем

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

а) общепрофессиональных (ОПК):

ОПК–1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

ОПК–8 Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем

**Таблица 1**

*Декомпозиция результатов обучения*

Код компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-1	ИОПК-1.1.1 основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.	ИОПК-1.2.1 решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	ИОПК-1.3.1 теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.
ОПК-8	ИОПК-8.1.1 методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основные методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем, инструментальные средства моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем.	ИОПК-8.2.1 применять на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике.	ИОПК-8.3.1 моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем

### **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Объем дисциплины «Моделирование систем» составляет 3 зачетных единицы, в том числе 36 часа на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 18 часов – лабораторные работы, 18 часов – лекции), и 72 часа – на самостоятельную работу обучающихся.

**Таблица 2. Структура и содержание дисциплины (модуля)**

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
1.	Тема.1 Основные понятия теории моделирования сложных систем.	5	1-3	2		2		8	отчет по лабораторной работе 1
2.	Тема 2. Концептуальные модели систем, формализация систем.	5	4-6	2		2		8	отчет по лабораторной работе 2
3.	Тема 3. Математические схемы моделирования систем – статические и динамические модели	5	7-9	2		2		8	отчет по лабораторной работе 3
4.	Тема 4. Построение моделирующих алгоритмов систем с распределенными параметрами	5	10-13	2		2		8	отчет по лабораторной работе 4
5.	Тема 5. Имитационные модели систем.	5	14-17	2		2		8	отчет по лабораторной работе 5
6.	Тема 6. Достоверность статистического моделирования.	5	1-4	2		2		8	отчет по лабораторной работе 6
7.	Тема 7. Виды моделирования. Общая схема моделирования.	5	5-10	2		2		8	отчет по лабораторной работе 7
8.	Тема 8. Инструментальные средства	5	11-13	2		2		8	отчет по лабораторной

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
	моделирования.								работе 8
9.	Тема 9. Методика моделирования и анализ результатов моделирования	5	14-16	2		2		8	отчет по лабораторной работе 9
	<b>Итого 5 семестр</b>								<b>Экзамен</b>
	Итого		<b>108</b>	<b>18</b>		<b>18</b>		<b>72</b>	

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа по отдельным темам

**Таблица 3. Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины/модуля и формируемых в них компетенций**

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции		
		ОПК-1	ОПК-8	общее количество компетенций
Тема.1 Основные понятия теории моделирования сложных систем.	12	+	+	2
Тема 2. Концептуальные модели систем, формализация систем.	12	+		1
Тема 3. Математические схемы моделирования систем – статические и динамические модели	12	+		1
Тема 4. Построение моделирующих алгоритмов систем с распределенными параметрами	12	+	+	2
Тема 5. Имитационные модели систем.	12	+	+	2
Тема 6. Достоверность статистического моделирования.	12	+	+	2
Тема 7. Виды моделирования. Общая схема моделирования.	12		+	1

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции		
		ОПК-1	ОПК-8	общее количество компетенций
Тема 8. Инструментальные средства моделирования.	12		+	1
Тема 9. Методика моделирования и анализ результатов моделирования	12	+	+	2
<b>Итого</b>	<b>108</b>			<b>2</b>

### Содержание дисциплины

#### Тема.1 Основные понятия теории моделирования сложных систем.

Моделирование как метод научного познания и мышления. Понятие отображения информации. Модель и мышление. Понятие модели, задачи, метода, алгоритма. Действия с моделями. Использование моделирования при исследовании, проектировании и эксплуатации систем обработки информации и управления. Классификация видов моделирования. Понятие о технологии. Обзор технологий мышления и изобретений. Возможности формализации больших систем. Адекватность и эффективность модели. Математические схемы моделирования систем.

#### Тема 2. Концептуальные модели систем, формализация систем.

Концептуальные модели систем. Язык описания систем. Соотношение моделирования и языка. Проект. Система. Элемент. Состав. Объект - свойства и процесс. Связи. Структура. Переменные. Параметры. Состояние. Память и поведение. Преобразование. Функция. Показатели. Цель. Критерий. Ограничения и ресурсы. Регулирование. Управление. Организация. Возмущения. Системные характеристики. Зависимость. Случайность. Детерминированность и стохастичность. Типы объектов и возможности формализации. Иерархия. Теорема Геделя. Число. Мера. Шкала. Размерность. Законы баланса, движения, цели. Система законов. Граф зависимостей модели. Модель предметной области. Нелинейность. Гипотезы и допущения. Подобие. Адекватность. Точность. Отражение. Информация. Исчисление информации. Понятие и измерение сложности системы. Принцип Эшби. Искусственная среда. Формализм. Задача. Обратная задача. Разрешимость и сложность. Алгоритм. Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем. Моделирование как общий случай формализации. Моделирование и проектирование. Анализ и синтез. Прогноз и управление. Типы задач.

#### Тема 3. Математические схемы моделирования систем – статические и динамические модели

Понятие «черного ящика». Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем. Математические схемы моделирования систем. Структура системы. Структура модели. Адекватность. Регрессионные модели. Гипотезы о функционировании черного ящика. Статические регрессионные модели. Линейная модель. Множественная модель. Полиномиальная и мультипликативная модель. Динамические модели. Связь свойства и поведения. Память и обратная связь. Динамические регрессионные модели 1 и 2 порядка. Общий случай динамической регрессионной модели в виде

дифференциального уравнения. Динамическая регрессионная модель в виде фильтра Калмана. Схема динамической модели. Модель сигнала и устройства в представлении Фурье.

#### **Тема 4. Построение моделирующих алгоритмов систем с распределенными параметрами**

Модели систем с сосредоточенными параметрами. Модели структурно перестраиваемых систем. Моделирование систем с распределенными параметрами при перемещающихся массах. Моделирование систем в частных производных. Модели производственных систем. Причины и способы уточнения моделей. Структура распределенных систем. Иерархия. Способы борьбы со сложностью.

#### **Тема 5. Имитационные модели систем.**

Понятие об имитации. Имитационное мышление. Технология имитационного моделирования. Имитационные модели систем. Объектный принцип. Проектирование имитационных систем. Инструментальные средства моделирования. Вычислительная среда модели. Аналоговые, натурные, гибридные среды. Парадигма параллельности. Последовательные и параллельные машины. Сети. Вычислительные среды. Принцип отображения. Моделирование при исследованиях и проектировании; перспективы развития машинного моделирования сложных систем. Планирование имитационных экспериментов с моделями систем.

#### **Тема 6. Достоверность статистического моделирования.**

Обработка статистических результатов. Оценка связности параметров модели. Познаваемость окружающего мира. Ложные гипотезы. Планирование имитационных экспериментов с моделями систем. Оценка точности и достоверности результатов моделирования.

#### **Тема 7. Виды моделирования. Общая схема моделирования.**

Технологическая схема моделирования. Классификация видов моделирования. Информационное, функциональное, формализованное моделирование. Типы моделей. Этапы моделирования. Процедуры анализа, синтеза, оптимизации принятия решений на моделях. Схемы применения моделей. Инструментальные средства моделирования. Среда для отражения свойств и процессов. Подобие.

#### **Тема 8. Инструментальные средства моделирования.**

Перспективы моделирования. Инструментальные средства реализации моделей. Языки и системы моделирования.

#### **Тема 9. Методика моделирования и анализ результатов моделирования**

Неформальный синтез. Процедура, этапы. Концептуальное моделирование. Интервью. Методы генерации идей. Методы экспертизы. Анализ и интерпретация результатов моделирования систем в вычислительной искусственной среде.

### **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

## **5.1. Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения**

Электронный учебно-методический комплекс размещается на образовательном портале Moodle, включает теоретические материалы, порядок выполнения лабораторных работ, список рекомендованной литературы.

Студенты выполняют лабораторные работы и прикрепляют свой ответ на образовательном портале Moodle. После проверки преподавателем, выставляется оценка или оставляется комментарий с замечаниями и рекомендациями.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо воспользоваться учебно-методической литературой. Лекции необходимо проводить с использованием презентаций, созданных в Microsoft PowerPoint.

При подготовке к лабораторным занятиям необходимо воспользоваться учебно-методической литературой, а также пользоваться ресурсами сети Интернет.

### **Методические рекомендации по выполнению лабораторных и контрольных работ, проведению экзамена**

#### **Отчет по лабораторной работе**

Отчет по лабораторной работе представляется в электронном виде. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. В случае, если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от max до min являются:

- отсутствие списка использованной литературы,
- небрежное выполнение,
- отсутствие выводов.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- неверных результатов расчета.

В отчете по выполненной лабораторной работе должны быть указаны:

- тема лабораторной работы,
- пакет документов в соответствии с темой лабораторной работы,
- использованная литература.

#### **Экзамен**

Экзамен заключается в письменном ответе на 2 теоретических вопроса и устном собеседовании по каждому теоретическому вопросу.

Основаниями для снижения оценки за теоретический вопрос являются:

- небрежное выполнение;
- неполный ответ;
- наличие мелких неточностей или незначительных искажений фактов;
- неточные объяснения при собеседовании;
- отсутствие ответов на заданные при собеседовании вопросы.

Оценивание студентов на экзамене осуществляется в соответствии с требованиями и критериями 100-балльной шкалы. Учитываются как результаты текущего контроля, так и знания, навыки и умения, непосредственно показанные студентами в ходе экзамена.

## **5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)**

Самостоятельная работа студентов подразумевает чтение и анализ технической литературы по предмету, документации на программное обеспечение, самостоятельное

создание схемы алгоритма для задачи, проведение отладки и тестирования созданных модулей, выполнение индивидуального домашнего задания по одной из выбранных предметных областей.

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер раздела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Тема 1.	Моделирование как метод научного познания	8	Изучение учебной литературы, подготовка к устному опросу
Тема 2.	Основные понятия теории моделирования систем	8	Изучение учебной литературы, подготовка к устному опросу
Тема 3.	Математические схемы моделирования систем	8	Изучение учебной литературы, подготовка к устному опросу
Тема 4.	Формализация и алгоритмизация процессов функционирования схем.	8	Изучение учебной литературы, подготовка к устному опросу
Тема 5.	Статистические методы моделирования систем	8	Изучение учебной литературы, подготовка к устному опросу
Тема 6.	Инструментальные средства моделирования систем	8	Изучение учебной литературы, подготовка к устному опросу
Тема 7.	Планирование экспериментов с моделями систем	8	Изучение учебной литературы, подготовка к устному опросу
Тема 8.	Обработка и анализ результатов моделирования	8	Изучение учебной литературы, подготовка к устному опросу
Тема 9.	Имитационное моделирование информационных систем	8	Изучение учебной литературы, подготовка к устному опросу

### **5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно - проект.**

В качестве письменной работы, выполняемой обучающимися, является отчет по выполнению лабораторно-практической работы. Электронная версия отчета размещается на образовательный портал не позднее срока, установленного преподавателем.

Отчет является основным отчетным документом, который содержит систематизированные данные о выполненной студентом работе и представляет собой скрипты разработанных студентом команд и программных конструкций с обязательным сопровождением их комментариями, поясняющими суть выполняемых действий.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **6.1. Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров в рамках изучения дисциплины предусмотрено использование в учебном процессе следующих активных и интерактивных форм проведения занятий:

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Лекции	с использованием мультимедийных роликов	Письменный отчет
2	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
3	Лабораторная работа	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Задания для лабораторных работ

Лабораторные работы составлены в соответствии с программой дисциплины и предназначены для закрепления теоретического материала, полученного на лекциях и практических занятиях, и приобретения студентами способности самостоятельно решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий. При подготовке к лабораторным работам студент должен самостоятельно повторить теоретический материал.

По результатам работы необходимо предоставить отчет в виде электронного документа.

Отчет должен содержать:

титульный лист

постановку задачи

описание последовательности действий, произведенных при выполнении работы (ход работы)

Результаты работы

Список используемых источников.

## 6.2. Информационные технологии

Название информационной технологии	Темы, разделы дисциплины	Краткое описание применяемой технологии
Использование возможностей Интернета в учебном процессе	1 – 9	Проведение входного, текущего и рейтингового контроля знаний учащихся (в системах дистанционного обучения)
Использование возможностей электронной почты	1 – 9	Подготовка к защите отчетов по лабораторным работам

преподавателя		
Использование средств представления учебной информации	1 – 9	Использование мультимедийной презентации

### 6.3. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

#### – Лицензионное программное обеспечение

Название программного обеспечения	Назначение
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
PascalABC.NET	Среда разработки
PyCharm EDU	Среда разработки

#### б) Информационные справочные системы:

– *Современные профессиональные базы данных, информационных справочных систем*

Электронно-библиотечная система eLibrary. <http://elibrary.ru>.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Моделирование систем» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

**Таблица 5**  
**Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств**

№	Контролируемые разделы	Код	Наименование
---	------------------------	-----	--------------

п/п	дисциплины (модуля)	контролируемой компетенции (компетенций)	оценочного средства
1	Тема.1 Основные понятия теории моделирования сложных систем.	ОПК-1 ОПК-8	индивидуальное собеседование по лабораторной работе 1
2	Тема 2. Концептуальные модели систем, формализация систем.	ОПК-1	индивидуальное собеседование по лабораторной работе 2
3	Тема 3. Математические схемы моделирования систем – статические и динамические модели	ОПК-1	индивидуальное собеседование по лабораторной работе 3
4	Тема 4. Построение моделирующих алгоритмов систем с распределенными параметрами	ОПК-1 ОПК-8	индивидуальное собеседование по лабораторной работе 4
5	Тема 5. Имитационные модели систем.	ОПК-1 ОПК-8	индивидуальное собеседование по лабораторной работе 5
6	Тема 6. Достоверность статистического моделирования.	ОПК-1 ОПК-8	индивидуальное собеседование по лабораторной работе 6
7	Тема 7. Виды моделирования. Общая схема моделирования.	ОПК-8	индивидуальное собеседование по лабораторной работе 7
8	Тема 8. Инструментальные средства моделирования.	ОПК-8	индивидуальное собеседование по лабораторной работе 8
9	Тема 9. Методика моделирования и анализ результатов моделирования	ОПК-1 ОПК-8	индивидуальное собеседование по лабораторной работе 9

*Рекомендуемые типы контроля для оценивания результатов обучения.*

Для оценивания результатов обучения в виде **знаний** используются следующие типы контроля:

- тестирование;
- индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопросы.

Тестовые задания должны охватывать содержание всего пройденного материала.

Индивидуальное собеседование, письменная работа проводятся по разработанным вопросам по отдельному учебному элементу программы (дисциплине).

Для оценивания результатов обучения в виде **умений и владений** используются следующие типы контроля:

- практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

По сложности ПКЗ разделяются на простые и комплексные задания.

Простые ПКЗ предполагают решение в одно или два действия. К ним можно отнести: простые ситуационные задачи с коротким ответом или простым действием; несложные задания по выполнению конкретных действий. Простые задания применяются для оценки умений.

Комплексные задания требуют многоходовых решений как в типичной, так и в нестандартной ситуациях. Это задания в открытой форме, требующие поэтапного решения и развернутого ответа, в т.ч. задания на индивидуальное или коллективное выполнение проектов, на выполнение практических действий или лабораторных работ. Комплексные практические задания применяются для оценки владений.

Типы практических контрольных заданий:

- задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий, выяснения влияния различных факторов на результаты выполнения задания;
- установление последовательности (описать алгоритм выполнения действия),
- нахождение ошибок в последовательности (определить правильный вариант последовательности действий);
- указать возможное влияние факторов на последствия реализации умения и т.д.
- задания на принятие решения в нестандартной ситуации (ситуации выбора, многоальтернативности решений, проблемной ситуации);
- задания на оценку последствий принятых решений;
- задания на оценку эффективности выполнения действия.

## **7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

Каждая лабораторная работа оценивается в диапазоне от 0 до 100 баллов.

Сумма баллов по выполнению лабораторной работы	Критерии оценивания
90-100	Все задания лабораторной работы выполнены в полном объеме. Программа работает верно на всех вариантах тестовых данных. Алгоритмы в коде программы реализованы корректно.
85-89	В программе реализованы все функции, заявленные в задании лабораторной работы. Программа не работает корректно на всех вариантах входных данных.
75-84	
70-74	
65-69	В разработанной программе отсутствует реализация всех функций, заявленных в задании лабораторной работы. Программа не работает корректно на всех вариантах входных данных
60-64	
59 и ниже	Разработанная согласно заданию лабораторной работы, программа не предоставлена либо не запускается в интегрированной среде разработки Eclipse.

По итогам выполнения лабораторных работ, набранные балы суммируются и полученное число делится на общее количество заданий. Полученное число переводится в четырёх бальную систему оценивания соответствии с БАРС.

**Таблица 6.**  
Критерии оценивания результатов обучения

5 «отлично»	Полностью выполнил все лабораторные работы и практическое задание в полном объёме.
4 «хорошо»	Предоставил выполненные лабораторные работы и практическое задание с небольшими недочётами. Либо не предоставил лишь некоторые выполненные лабораторные работы.
3 «удовлетворительно»	Предоставил некоторые выполненные лабораторные работы. Либо задания были выполнены не в полном объёме, имелись недочёты в программном коде.
2 «неудовлетворительно»	Не предоставил выполненные задания либо выполнял их полностью неверно.

**Таблица 7**

**Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	Демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении лабораторных работ, правильно выполняет задания лабораторных работ в полном объёме
4 «хорошо»	Демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении лабораторных работ, последовательно и правильно выполняет задания, допускает единичные синтаксические или логические ошибки, исправляемые после замечания преподавателя.
3 «удовлетворительно»	Демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, не способен применить знание особенностей структур данных или алгоритмов при выполнении лабораторных работ, не выполняет работу в полном объёме.
2 «неудовлетворительно»	Не способен правильно выполнить задания лабораторных работ.

**7.3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

**Перечень тем лабораторных работ**

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование тем лабораторных работ
1	1	Статические регрессионные модели. Параметрическая и структурная настройка моделей.
2	2	Динамические регрессионные модели.

		Параметрическая и структурная настройка моделей.
3	3	Построение динамических моделей.
4	4	Синтез сложных имитационных систем.
5	5	Датчики случайных чисел. Имитация законов распределения
6	6	при заданных начальных значениях состояния $x_i^{(0)}=x_i(0), i=1, 2, \dots, n$ , путем интегрирования системы (1) могут быть определены законы их изменения в заданном требуемом интервале $[0; T]$ .
7	7	Системы нелинейных нестационарных уравнений не поддаются аналитическому решению. Для их решения применяются приближенные (численные) методы. Спектр таких методов и реализующих их программных средств достаточно широк.
8	8	Моделирование случайных событий при изучении сложных стохастических систем.
9	9	Моделирование стохастических процессов.
		Моделирование стохастических процессов.
		Неформальный синтез моделей.

Метод предусматривает решение уравнений в дискретном времени на основе преобразования модели (1) в рекуррентные соотношения:

$$x_i^{(j+1)} = x_i^{(j)} + f_i^{(j)}(x_1^{(j)}, x_2^{(j)}, \dots, x_n^{(j)}, t_j) \cdot h, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (2)$$

### Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

где  $x_i^{(j)}$  – значение  $i$ -й переменной состояния на  $j$ -м шаге решения (для  $t=t_j$ );  $f_i^{(j)}(x_1^{(j)}, x_2^{(j)}, \dots, x_n^{(j)}, t_j)$  – значение правой части  $i$ -го уравнения системы (1) на  $j$ -м шаге решения;  $h$  – шаг интегрирования;  $J$  – число шагов интегрирования, требуемое для достижения правой границы рассматриваемого интервала времени  $t=T$ . В зависимости от используемого способа обеспечения точности решения шаг интегрирования  $h$  может быть постоянным или переменным.

Точность решения, получаемого приближенными численными методами, повышается с уменьшением шага интегрирования, но при этом очевидно возрастает вычислительная трудоемкость решения задачи – количество шагов вычислений  $J$  и требуемое машинное время, а возможно, и объем используемой памяти компьютера при необходимости сохранения всего получаемого решения. Для моделей высокого порядка необоснованное уменьшение шага  $h$  может приводить к чрезмерному или недопустимому завышению требуемых ресурсов ЭВМ. Поэтому при реализации таких моделей вопрос выбора шага интегрирования для каждой модели требует отдельного решения с учетом необходимой точности получения результата и располагаемых вычислительных ресурсов. Выбор и обоснование величины шага интегрирования обычно возлагают на лицо, проводящее моделирование. Известны два основных подхода к контролю точности решения систем дифференциальных уравнений путем пошагового численного интегрирования. Первый предусматривает контроль точности в процессе интегрирования с уточнением величины каждого шага (контроль погрешности на шаге), второй – использование постоянной величины шага для всего интервала интегрирования и оценку погрешности по значениям переменных состояния только на правой границе интервала интегрирования  $t=T$ . В случае недопустимой величины погрешности процесс интегрирования повторяется с уменьшением величины шага.

В рамках данной лабораторной работы предусматривается использование второго подхода с контролем точности по конечному значению одной из переменных состояния модели  $y=x_k(T)$ , указанной в индивидуальном варианте задания.

Для оценки погрешности вычисления  $y$  с некоторым шагом  $h$  интегрирование повторяется с шагом  $h/2$ . Полученное с уменьшенным шагом значение  $y^*$  принимается за эталонное. Тогда абсолютная погрешность вычисления  $y$  определяется как  $\varepsilon = |y^* - y|$ , относительная погрешность

$$\delta = \left| \frac{y^* - y}{y^*} \right| \cdot 100\%. \quad (4)$$

Для автоматизации выбора шага интегрирования в рамках данной лабораторной работы предусматривается использование следующего алгоритма:

1. Задается исходное значение шага интегрирования  $h$ .
2. Проводится решение системы дифференциальных уравнений на интервале  $[0; T]$  с шагом  $h$ .
3. Решение повторяется с шагом  $h/2$ .
4. Проводится оценка погрешности по соотношению (4).

5. Если погрешность  $\delta$  не превышает допустимого значения, шаг  $h$ , считается достаточным для обеспечения требуемой точности.

В противном случае в качестве нового проверяемого значения шага  $h$  принимается  $h/2$  и производится переход к п. 3.

Таким образом обеспечивается последовательное уменьшение шага интегрирования в  $2^m$  ( $m=1, 2, \dots$ ) раз до достижения требуемой точности решения.

### Содержание задания

В соответствии с индивидуальным вариантом задания (табл. 1–5) разработать и отладить программное приложение, обеспечивающее:

1. Решение системы дифференциальных уравнений на интервале  $[0; T]$  для  $T = 10$  с с любым шагом, задаваемым пользователем в пределах  $(0; T)$ . Для демонстрации результатов обеспечить вывод графиков  $x_i(t)$ ,  $i=1, 2, \dots, n$ ; значения указанной в задании переменной состояния в конце интервала интегрирования  $x_k(T)$  и значения относительной погрешности его определения  $\delta$ .

2. Анализ зависимости точности и трудоемкости решения задачи от шага интегрирования. Вывод графиков зависимостей относительной погрешности  $\delta$  и оценки трудоемкости от величины шага  $h$ .

3. Автоматический выбор величины шага интегрирования для достижения относительной погрешности не более 1% с выводом итоговых результатов, перечисленных в п. 1, для найденного шага.

### Варианты заданий

#### Модель 1 – система уравнений 5-го порядка

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -g \sin x_2 + \frac{p - ac_x x_1^2}{m - ut}; \\ \dot{x}_2 &= \frac{-g + \frac{p \cdot \sin(x_5 - x_2) + ac_y x_1^2}{m - ut}}{x_1}; \\ \dot{x}_3 &= \frac{m_1 a (x_2 - x_5) x_1^2 - m_2 a x_1^2 x_3}{m - ut}; \\ \dot{x}_4 &= x_1 \sin x_2; \\ \dot{x}_5 &= x_3. \end{aligned}$$

Таблица 1

Варианты исходных данных для модели 1

№	Значения постоянных параметров модели									Начальные значения переменных состояния				
	$p$	$a$	$m$	$u$	$c_x$	$c_y$	$m_1$	$m_2$	$T$	$x_1(0)$	$x_2(0)$	$x_3(0)$	$x_4(0)$	$x_5(0)$
1	$10^5$	0,6	2000	10	0,05	0,01	0,1	0,01	10	1800	0,8	0	0	0,8
2	$10^5$	0,8	2000	10	0,02	0,003	0,05	0,01	11	1800	0,8	0	0	0,8
3	$10^5$	0,5	2000	20	0,03	0,002	0,05	0,01	12	1800	0,8	0	0	0,8
4	$6 \cdot 10^4$	1,1	1000	10	0,02	0,001	0,05	0,01	13	1500	1	0	0	1
5	$5 \cdot 10^4$	1,1	2000	50	0,02	0,005	0,05	0,005	14	1500	1	0	0	1
6	$2,5 \cdot 10^4$	1,1	1000	20	0,02	0,002	0,03	0,005	15	1000	1	0	0	1
7	$2 \cdot 10^4$	1,1	1000	10	0,02	0,005	0,03	0,003	14	1000	1	0	0	1
8	$2 \cdot 10^5$	1,1	1000	10	0,2	0,05	0,03	0,003	13	1000	0,5	0	0	0,5
9	$10^5$	0,6	2000	10	0,03	0,005	0,07	0,01	12	1700	0,8	0	100	0,8
10	$2 \cdot 10^4$	1,1	1100	10	0,02	0,005	0,03	0,003	11	1100	1	0	200	1

Примечания. Для всех вариантов принять  $g = 9,81$ . Погрешность оценивать по переменной состояния  $x_4$ .

#### Модель 2 – система уравнений 5-го порядка

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= kx_2 - kx_1; \\ \dot{x}_2 &= x_3; \\ \dot{x}_3 &= lx_1 - lx_2 - mx_3 + nx_4; \\ \dot{\delta} &= -k_t x_4 - i_1 x_2 - i_2 x_3 + s(\theta - x_2); \\ \theta &= \frac{10000 - x_5}{b - Vt}; \end{aligned}$$

## Вопросы к зачету по дисциплине

- 1 Понятие модели, свойства модели.
- 2 Классификация моделей.
- 3 Математическая модель.
- 4 Основные этапы математического моделирования.
- 5 Математическая модель транспортной задачи.
- 6 Математическая модель задачи о выпуске продукции.
- 7 Математическая модель задачи о ранце.
- 8 Случайные процессы и их классификация.
- 9 Математическая модель задачи о назначениях.
- 10 Предмет, задача и основные понятия математического программирования.
- 11 Классификация задач математического программирования.
- 12 Задача линейного программирования и ее общая форма.
- 13 Приведение задачи линейного программирования к канонической форме.
- 14 Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.
- 15 Возможные множества решений задачи линейного программирования.
- 16 Общая характеристика симплекс – метода.
- 17 Заполнение начальной симплекс – таблицы.
- 18 Критерий оптимальности плана задачи линейного программирования.
- 19 Метод построения нового плана в рамках симплекс – метода.
- 20 Вспомогательная задача.
- 21 Модель транспортной задачи в форме таблицы.
- 22 Балансировка транспортной задачи.
- 23 Метод северо-западного угла.
- 24 Общая характеристика метода потенциалов.
- 25 Проверка плана транспортной задачи на оптимальность.
- 26 Построение нового плана в методе потенциалов.
- 27 Предмет, область применения и основные понятия теории графов.
- 28 Предмет и область применения системы сетевого планирования и управления.
- 29 Сетевой график и его элементы.
- 30 Параметры событий и работ.
- 31 Методика расчета параметров сетевого графика.
- 32 Критический путь и его содержательный смысл.
- 33 Постановка задачи о кратчайшем маршруте.
- 34 Метод решения задачи о кратчайшем маршруте.
- 35 Постановка задачи о максимальном потоке.
- 36 Разрез и его пропускная способность.
- 37 Теорема Форда – Фалкерсона.
- 38 Методология метода ветвей и границ.
- 39 Постановка задачи коммивояжера.
- 40 Алгоритм приведения матрицы расходов в задаче коммивояжера.
- 41 Алгоритм деления множества маршрутов на части.
- 42 Процессы размножения и гибели.
- 43 Процесс Маркова и его свойства.

## Примерные вопросы для промежуточного тестирования по дисциплине

1. Что такое модель объекта?

- A. Объект-заместитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение всех свойств оригинала
- B. Объект-оригинал, который обеспечивает изучение некоторых своих свойств
- C. Объект-заместитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение некоторых свойств оригинала +

2. Какие граничные условия называются естественными?

- A. Условия, налагаемые на функцию, которая ищется.
- B. Условия, которые накладываются на производные функции, ищется, по пространственным координатам. +
- C. Условия, наложено на различные внешние силовые факторы, действующие на точки поверхности тела.
- D. Условия, наложено на различные внутренние факторы, которые действуют внутри тела.

3. Какому вариационной принципа соответствует формулировка МКЭ в перемещениях?

- A. Минимума дополнительной работы Кастильяно.
- B. Минимума потенциальной энергии Лагранжа. +
- C. Принцип Хувашицу.
- D. Максимум потенциальной работы Кастильяно.

4. Какой тип математических моделей использует алгоритмы?

- A. Аналитические.
- B. Знаковые.
- C. Имитационные. +
- D. Детерминированные.

5. Какой тип моделей выделен в классификации по принципам построения.

- A. Наглядные.
- B. Аналитические. +
- C. Знаковые.
- D. Математические.

6. Какие зависимые переменные существуют в моделях микроуровня?

- A. Время.
- B. Пространственные координаты.
- C. Плотность и масса.
- D. Фазовые координаты. +

7. Какой метод дискретизации модели относится к микроуровня?

- A. Метод свободных сетей.
- B. Метод конечных разностей. +
- C. Метод узловых давлений.
- D. Табличный метод.

8. Что такое уровне проектирования?

- A. Временное распределения работ по созданию новых объектов в процессе проектирования.
- B. Совокупность языков, моделей, постановок задач, методов получения описаний где-либо иерархического уровня. +
- C. Определенная последовательность решения проектных задач различных иерархических уровней.
- D. Описание системы или ее части с де-либо определяемой точки зрения, которая определяется функциональными, физическими или иного типа отношениями между свойствами и элементами.

9. Что называют краевыми условиями для системы уравнений математической модели?

- A. Условия, накладываемые на границе исследуемой области и в начальный момент времени.
- B. Условия, налагаемые на функцию, ищут.
- C. Условия, налагаемые на производные искомой функции.
- D. Условия, накладываемые в начальный момент времени.

10. Что такое аспекты проектирования?

- A. Временное распределение работ по созданию объектов в процессе проектирования.
- B. Совокупность языков, моделей, постановок задач, методов получения описаний где-либо иерархического уровня.
- C. Определенная последовательность решения проектных задач различных иерархических уровней.
- D. Описание системы или ее части с де-либо определяемой точки зрения, определяется функциональными, физическими или иного типа отношениями между свойствами и элементами. +

11. Укажите, какой из этапов выполняется при математическом моделировании после анализа.

- A. Создание объекта, процесса или системы.
- B. Проверка адекватности модели и объекта, процесса или системы на основе вычислительного и натурального эксперимента.
- C. Корректировка постановки задачи после проверки адекватности модели. +
- D. Использование модели.

12. Что такое параметры системы?

- A. Величины, которая выражают свойство или системы, или ее части, или окружающей среды. +
- B. Величины, характеризующие энергетическое или информационное наполнение элемента или подсистемы.
- C. Свойства элементов объекта.
- D. Величины, которая характеризует действия, которые могут выполнять объекты.

13. Какие формулировки МКЭ существуют в зависимости от функции, ищут?

- A. В перемещениях и деформациях
- B. В деформациях.
- C. В напряжениях и градиентах.
- D. Смешанная и гибридная. +

14. Какие зависимые переменные существуют в моделях макроуровня?

- A. Время и характеристики потока.
- B. Фазовые переменные типа потенциала.
- C. Пространственные координаты. +
- D. Фазовые переменные типа потока.

15. Что такое проектирование?

- A. Процесс, который заключается в получении и преобразовании исходного описания объекта в конечный описание на основе выполнения комплекса работ исследовательского, расчетного и конструкторского характера. +
- B. Процесс создания в заданных условиях описания несуществующего объекта на базе первичной описания.
- C. Первоначальное описание объекта проектирования.
- D. Вторичное описание объекта.

**7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

БРС включает оценку по следующим показателям:

- По дисциплине, итоговой формой отчетности для которой является зачет, отводится 100 баллов, которые накапливаются студентом в течение всего семестра изучения дисциплины и распределяются по возможности равномерно по всему семестру.
- По дисциплине, итоговой формой отчетности для которой является экзамен, балльная оценка распределяется на две составляющие: семестровую (текущий контроль по учебной дисциплине в течение семестра) – 50 баллов и экзаменационную – 50 баллов.

Суммарный рейтинговый балл освоения учебного курса за семестр на экзамене переводится в 4-балльную оценку, которая считается итоговой оценкой по учебному курсу в текущем семестре и заносится в зачетную книжку студента.

Преподаватель, реализующий дисциплину (модуль), в зависимости от уровня подготовленности обучающихся может использовать иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

Балльно-рейтинговая система (БАРС)

Сумма баллов по дисциплине в соответствии с БАРС	Оценка по 4-балльной шкале
90-100	5 (отлично), зачтено
85-89	4 (хорошо), зачтено
75-84	
70-74	
65-69	3 (удовлетворительно), зачтено
60-64	
59 и ниже	2 (неудовлетворительно), не зачтено

Обязательным условием перед сдачей экзамена и/или для получения зачета является выполнение студентом необходимых по рабочей программе для дисциплины видов заданий: выполнение и предоставление отчёта о выполнении лабораторных работ и практических заданий.

Преподаватель, реализующий дисциплину, в зависимости от уровня подготовленности, обучающихся может использовать иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### а) Основная литература:

1. Шелухин, О. И. Моделирование информационных систем : учебное пособие для вузов / Шелухин О. И. - 2-е изд. , перераб. и доп. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2012. - 516 с. - ISBN 978-5-9912-0193-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201933.html>. (ЭБС Консультант студента).
2. Бахвалов, Л. А. Моделирование систем : учебное пособие для вузов / Бахвалов Л. А. - М : Издательство Московского государственного горного университета, 2006. - ISBN 5-7418-0402-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5741804020.html>. (ЭБС Консультант студента).
3. Сырецкий, Г. А. Моделирование систем. Ч. 3 : учеб. пособие / Сырецкий Г. А. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. - 95 с. - ISBN 978-5-7782-1734-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778217348.html>. (ЭБС Консультант студента).

### б) Дополнительная литература:

4. Афонин, В. В. Моделирование систем / Афонин В. В. , Федосин С. А. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. (Основы информационных технологий) - ISBN 978-5-9963-0352-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996303526.html>. (ЭБС Консультант студента).

5. Лисяк, Н. К. Моделирование систем. Часть 1 : учебное пособие / Лисяк Н. К. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2017. - 106 с. - ISBN 978-5-9275-2504-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927525041.html>. (ЭБС Консультант студента).
6. Лисяк, В. В. Моделирование информационных систем : учебное пособие / Лисяк В. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. - 88 с. - ISBN 978-5-9275-2881-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927528813.html>. (ЭБС Консультант студента).

**в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины (модуля)**

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Аудиторные занятия проводятся в общих аудиториях, в том числе в аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием. Для самостоятельной работы в распоряжении студента имеются читальный зал и компьютерные аудитории, обеспечивающие свободный доступ в Интернет.

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии.