



## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование знаний, умений и навыков в области построения моделей сложных систем в будущей профессиональной деятельности.

Задачами учебной дисциплины являются:

- Изучение принципов построения информационных моделей сложных систем, приемов формулирования на них задач и методов их решения.
- Формирование умений использовать на практике математический аппарат, принципы и методы компьютерного решения сложных научно-технических задач получения, хранения и переработки информации.
- Формирование навыков использования технологии, позволяющей описать сложные системы и явления в природе и обществе при решении современных и перспективных задач.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- способы представления информации о сложных системах и явлениях;
- методы обработки информации при решении задач, сформулированных на моделях сложных систем;
- приемы и технология построения эффективных алгоритмов обработки информации при решении задач, сформулированных на моделях сложных систем.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-3	ИД-1ОПК-3	Знает принципы, методы и средства построения различных видов моделей для решения задач профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знает принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-3	ИД-2ОПК-3	Умеет использовать различные виды моделей при решении задач профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Умеет решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.	Защита лабораторной работы
ОПК-3	ИД-3ОПК-3	Владеет навыками подготовки документации по различным моделям систем, используемым в рамках научно-исследовательской работы с учетом требований информационной безопасности	Владеет навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с учетом требований информационной безопасности.	Отчёт по практическом у занятию

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	14	14	
- лабораторные работы (ЛР)	14	14	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	14	14	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6-й семестр				
Основные понятия теории моделирования сложных систем	1	0	0	2
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.				
Концептуальные модели систем, формализация систем	1	0	0	2
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.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Математические схемы моделирования систем – статические модели	1	0	2	4
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 модели. Обратная и экспоненциальная модели. Ошибка модели. Способы коррекции модели. Процесс уточнения модели объекта.				
Математические схемы моделирования систем – динамические модели	1	0	2	4
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. Компьютерная реализация регрессионных моделей.				
Построение моделирующих алгоритмов динамических систем	1	2	0	4
Принципы построения моделирующих алгоритмов. Численные методы интегрирования систем дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Уточненный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты 4 порядка. Итерационные методы. Точность и затраты. Компьютерные схемы реализации в технических приложениях. Синтез и анализ моделей. Задача прогноза. Задача управления. Задача настройки.				
Построение моделирующих алгоритмов систем с распределенными параметрами	1	2	0	4
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.				
Принципы построения моделирующих алгоритмов при реализации мышления	1	2	0	4

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Принципы построения моделирующих алгоритмов. Принцип «Дельта t». Принцип «Особых состояний». Принцип «Последовательной проводки заявок». Объектный принцип построения систем.				
Имитационные модели систем	1	2	0	4
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.				
Схема и метод статистического моделирования как технология решения сложных задач	0	0	2	4
Способы борьбы со сложностью окружающего мира. Статистическое моделирование систем в вычислительной среде. Метод Монте-Карло. Датчики и генераторы случайных чисел. Равномерный закон распределения случайных чисел. Оценка качества датчика случайных чисел. Возможности метода статистического моделирования и его точность.				
Построение алгоритмов статистического моделирования	0	0	2	4
Моделирование случайных событий. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения. Моделирование нормально распределенных случайных чисел. Моделирование системы случайных величин.				
Статистическое моделирование случайных процессов	1	2	0	4
Потоки случайных событий. Распределение Пуассона. Пуассоновский поток случайных событий. Потоки случайных событий с последствием. Моделирование систем массового обслуживания. Моделирование марковских случайных процессов с дискретным временем. Моделирование марковских случайных процессов с непрерывным временем.				
Достоверность статистического моделирования	0	0	2	4
Обработка статистических результатов. Оценка связности параметров модели. Познаваемость				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
окружающего мира. Ложные гипотезы. Планирование имитационных экспериментов с моделями систем. Оценка точности и достоверности результатов моделирования.				
Виды моделирования. Общая схема моделирования	1	2	0	4
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. Среды для отражения свойств и процессов. Подобие.				
Системы моделирования	1	0	2	4
Моделирование и проектирование, взаимосвязь двух процессов. Операции процесса проектирования. Виды и типы проектов. Системы проектирования. Критерии при проектировании систем. Язык моделирования. Моделирование на основе операций Коллера (пример).				
Инструментальные средства моделирования	1	0	2	4
Перспективы моделирования. Инструментальные средства реализации моделей. Языки и системы моделирования.				
Методика моделирования и анализ результатов моделирования	1	2	0	4
Неформальный синтез. Процедура, этапы. Концептуальное моделирование. Интервью. Методы генерации идей. Методы экспертизы. Анализ и интерпретация результатов моделирования систем в вычислительной искусственной среде.				
Роль моделирования в процессах познания и мышления	1	0	0	4
Моделирование при исследовании и проектировании искусственных систем. Перспективы развития машинного моделирования сложных систем. Модельный подход в науке и технике. Применение технологии моделирования к моделированию сложных систем.				
ИТОГО по 6-му семестру	14	14	14	64
ИТОГО по дисциплине	14	14	14	64

## Тематика примерных практических занятий

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы практического (семинарского) занятия</b>
1	Статические регрессионные модели. Параметрическая и структурная настройка моделей.
2	Динамические регрессионные модели. Параметрическая и структурная настройка моделей.
3	Датчики случайных чисел. Имитация законов распределения при решении сложных вероятностных задач.
4	Моделирование случайных событий при изучении сложных стохастических систем.
5	Обработка результатов и процедура принятия решений.

## Тематика примерных лабораторных работ

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы лабораторной работы</b>
1	Построение динамических моделей.
2	Расчет динамических моделей. Автоматизированное решение задач анализа и синтеза на моделях динамических систем.
3	Синтез сложных имитационных систем.
4	Моделирование стохастических процессов.
5	Проектирование интеллектуальных механизмов и использование инструментальных средств моделирования при принятии решений.
6	Неформальный синтез моделей.



## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Андриевская Н. В. Моделирование систем : учебное пособие / Н. В. Андриевская, С. В. Бочкарёв. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	50
2	Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин [и др.]. - М: Логос, 2007.	35
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		

1	Советов Б.Я. Моделирование систем : учебник / Б.Я.Советов,С.А.Яковлев. - М.: Высш. шк., 2005.	15
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Моделирование систем. Подходы и методы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Н. Волкова [и др.]	<a href="http://www.iprbookshop.ru/43957.html">http://www.iprbookshop.ru/43957.html</a>	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Черняева С.Н. Имитационное моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие	<a href="http://www.iprbookshop.ru/50630.html">http://www.iprbookshop.ru/50630.html</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Зариковская Н.В. Математическое моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие	<a href="http://www.iprbookshop.ru/72124.html">http://www.iprbookshop.ru/72124.html</a>	локальная сеть; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Debian (GNU GPL)
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	LibreOffice 6.2.4. OpenSource, бесплатен.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Loginom Academic (Free)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Protege
Среды разработки, тестирования и отладки	MS Visual studio 2019 community (Free)

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Персональный компьютер	20
Лекция	Мультимедийный проектор	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	20

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Моделирование систем»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 09.03.04 Программная инженерия

**Направленность (профиль) образовательной программы:** Информатика и вычислительная техника (общий профиль, СУОС), Программная инженерия (общий профиль, СУОС)

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** Информационных технологий и автоматизированных систем

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 3

**Семестр:** 6

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 6 семестр

Пермь 2023 г.

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (6-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (таблица 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Промежуточный /рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1.</b> Знает принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.	С1	ТО1		КР1		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1.</b> Умеет решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.	С2		ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4 ОЛР5	КР2		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1.</b> Владеет навыками подготовки обзоров, аннотаций,	С3		ОЛР1 ОЛР2			КЗ

составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с учетом требований информационной безопасности.			ОЛР3 ОЛР4 ОЛР5 ОЛР6			
--	--	--	------------------------------	--	--	--

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 5-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной

аттестации.

## **2.2. Рубежный (промежуточный) контроль**

Рубежный (промежуточный) контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (таблица 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 28 часов лабораторных и практических работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Моделирование детерминированных систем», вторая КР – по модулю 2 «Моделирование стохастических систем».

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Моделирование поведения динамической системы 2 порядка.
2. Определение параметров модели статической системы.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Моделирование случайных потоков в стохастической системе.
2. Моделирование поведения стохастической системы. Определение параметров стохастической системы. Выбор наилучшего варианта функционирования стохастической системы.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС

образовательной программы.

### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Моделирование как метод научного познания. Использование моделирования при исследовании, проектировании и эксплуатации систем обработки информации и управления. Классификация видов моделирования.
2. Понятие об инженерной технологии. Возможности формализации больших систем. Адекватность и эффективность модели. Понятие моделирования и проектирования. Метод инженерного мышления. Общая технология. Автоматизация процедур мышления.
3. Модели и задачи, решаемые на моделях. Алгоритмы. Процедуры анализа и синтеза. Процесс регулирования, управления, организации систем.
4. Понятие об инженерном мышлении. Технологическая схема моделирования. Информационное, функциональное, формализованное моделирование. Этапы моделирования. Типы моделей.
5. Гипотезы о функционировании черного ящика. Процедура построения статической линейной регрессионной модели.
6. Гипотезы о функционировании черного ящика. Процедура построения статической нелинейной регрессионной модели.
7. Процедура построения модели динамической системы с сосредоточенными параметрами
8. Методы расчета динамических систем. Сравнительный анализ
9. Методы проведения неформального синтеза моделей. Концептуальное моделирование.
10. Динамические регрессионные модели 1 и 2 порядка.
11. Динамическая регрессионная модель в виде фильтра Каллмана.
12. Модель сигнала и устройства в представлении Фурье.
13. Прогнозирование поведения динамических систем. Метод Эйлера. Уточненный метод Эйлера.
14. Модели систем с сосредоточенными параметрами.
15. Модели структурно перестраиваемых систем. Способы описания сложных инженерных конструкций.
16. Численные методы интегрирования. Метод Рунге-Кутты 4 порядка, итерационные методы.
17. Моделирование систем с распределенными параметрами и систем с распределенными параметрами при перемещающихся массах.
18. Моделирование систем в частных производных.
19. Стохастические системы. Статистическое моделирование систем методами имитации. Метод Монте-Карло. Возможности метода статистического моделирования и его точность.
20. Статистическое моделирование случайных событий.
21. Датчики случайных чисел.
22. Оценка качества датчика случайных чисел.
23. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения, моделирование нормально распределенных случайных чисел, моделирование системы случайных величин.



24. Распределение Пуассона. Пуассоновский поток случайных событий.
25. Потоки случайных событий с последствием.
26. Процедура и имитационный метод исследования системы массового обслуживания.
27. Моделирование марковских случайных процессов с дискретным временем.
28. Моделирование марковских случайных процессов с непрерывным временем.
29. Принципы моделирования, обработка статистических результатов.
30. Неформальный синтез. Поиск информации. Интервью.
31. Неформальный синтез. Генерация идей.
32. Неформальный синтез. Экспертиза.

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Постройте одномерную регрессионную модель 1 порядка для десяти точек, заданных координатами. Оцените точность.
2. Постройте нелинейную регрессионную модель 2 порядка для десяти точек, заданных координатами. Оцените точность.
3. Проведите расчет системы дифференциальных уравнений методом Эйлера (6 шагов).
4. Составьте граф системы «хищник-жертва». Составьте модель системы в виде нелинейных дифференциальных уравнений.
5. Составьте модель химической реакции в виде нелинейных дифференциальных уравнений. Введите в модель описание геометрических особенностей среды.
6. Решите задачу определения соотношения донора и акцептора в составе полупроводникового кристалла методом Монте-Карло.
7. Смоделируйте и исследуйте систему массового обслуживания с 2-мя каналами и одним местом в очереди методом Монте-Карло.
8. Объясните, как принять решение о рациональных параметрах системы массового обслуживания по ее статистическим показателям.
9. Сколько надо провести экспериментов над стохастической системой для выявления закономерности ее поведения?
10. Сгенерируйте поток 10 случайных ординарных событий с интенсивностью появления событий 5 штук в час.
11. Постройте алгоритм определения боезапаса орудия с заданной марковской матрицей вероятностей выигрышей-проигрышей соперников методом Монте-Карло.
12. Как рассчитать количество мест на рейде порта, зная количество каналов обслуживания порта (портальные краны, подъездные пути, пакгаузы) и их пропускные способности?
13. Постройте алгоритм расчета итога игры в волейбол методом Монте-Карло и марковских цепей.
14. Проведите комплексную экспертизу 5 проектов с целью их ранжирования и оцените ее точность, зная мнения 4 экспертов.
15. Как провести процедуру генерации идей с учетом предметной области?
16. Назовите основные правила и этапы взятия интервью и составления технического задания.

**Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Составьте алгоритм расчета регрессионной модели N-го порядка (до N=5).
2. Составьте алгоритм расчета коэффициентов ряда представления Фурье для

человеческой речи.

3. Синтезируйте сигнал в соответствии с заданным спектром методом Фурье.
4. Составьте математическую схему обработки аналоговых сигналов через линейные и нелинейные звенья, используя представление Фурье.
5. Составьте математическую модель теплового взаимодействия трех тел с источником тепла на примере «Умный дом».
6. Составьте алгоритм нахождения коэффициентов регрессионной модели динамической системы первого порядка.
7. Составьте алгоритмическую модель сушки сыпучего материала на движущемся конвейере.
8. Составьте программу расчета динамики состояний одномерной системы с распределенными параметрами методом сеток.
9. Синтезируйте 20 случайных чисел и оцените их качество методом серединных квадратов и методом перемешивания.
10. Сгенерируйте 20 случайных событий, заданных законом распределения.
11. Найдите площадь месторождения нефти методом Монте-Карло с точностью 90%.
12. Постройте статистические графики зависимости пропускной способности системы в зависимости от числа мест в очереди методом Монте-Карло с точностью 90%.
13. Определите оптимальный объем склада робототехнического участка сборки агрегата из 3 комплектующих деталей производственного комплекса методом Монте-Карло.
14. Определите и сравните надежность параллельного и последовательного соединения двух радиоэлектронных компонент в составе заданной электрической цепи методом Монте-Карло. Параметры компонент считать статистически заданными.

Перечень типовых ситуационных заданий и кейсов для проверки умений и владений представлен в приложении 1. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.*

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

## **Приложение 1.**

### ***Типовые ситуационные задания и кейсы для проверки умений и владений***

#### ***Задание № \_\_. (анализ кейс-стадии)***

Проверяемые результаты обучения: y1; v1

Задание. Внимательно прочитайте текст предложенного кейса и ответьте на вопросы задания.

### **Критерии оценки ситуационных заданий**

***Оценка «пять» ставится, если обучающийся осознанно излагает и оценивает суть данной ситуации, с аргументацией своей точки зрения, умеет анализировать, обобщать и предлагает верные пути решения складывающейся ситуации.***

***Оценка «четыре» ставится, если обучающийся понимает суть ситуации, логично строит свой ответ, но допускает незначительные неточности при определении путей решения.***

***Оценка «три» ставится, если обучающийся ориентируется в сущности складывающейся ситуации, но нуждается в наводящих вопросах, не умеет анализировать и не совсем верно намечает пути решения ситуации.***

***Оценка «два» ставится, если обучающийся не ориентируется и не понимает суть данной ситуации, не может предложить путей ее решения, либо допускает грубые ошибки.***

#### **Ситуация 1.**

Моделирование показало, что на АЗС с двумя одинаковыми заправочными терминалами и двумя местами в очереди к ним владельца не удовлетворила прибыль, получаемая от системы. Клиенты также недовольны большим временем ожидания в очереди. Проанализируйте ситуацию, предложите и обоснуйте вариант усовершенствования системы:

- увеличить или уменьшить количество мест в очереди,
- увеличить или уменьшить количество терминалов,
- увеличить производительность (и стоимость) терминалов,
- изменить дисциплину обслуживания очереди,
- увеличить поток заявок, если «да», то за счет чего,
- изменить структуру АЗС и направление движения по АЗС.

**Ситуация 2.** Имеется выходной сигнал в виде колебательной незатухающей функции во времени. Какие параметры системы следует изменить и в каком направлении, чтобы колебания затухали, а количество колебаний от момента изменения входного сигнала до установившегося значения на выходе не превышало двух?

Считать сигнал установившимся, если величина его отклонения от установившегося не превышает 10%.

### **Ситуация 3.**

При обследовании объекта выяснилось, что предположение о пуассоновском потоке событий на нем неверно. Предыдущее событие как-то влияет на последующее за ним. Исследуемый поток подчиняется значениям:  $m=5$ ,  $\sigma=2$ . То есть  $L=0.2$  событий в час.

Выясните, какого порядка в системе последствие. Как исправить алгоритм моделирования случайных событий?

### **Ситуация 4.**

Расчет динамической системы 2 порядка методом Эйлера на 10 секунде показал, что отклонение расчетного значения от теоретического (истинного) составляет 10%. Как надо изменить алгоритм расчета выходного сигнала этой же системы, чтобы при  $t=20$  сек. отклонение составило не более 5%?

### **Ситуация 5.**

Как надо изменить гипотезу исследователя о регрессионной модели системы, если при проверке линейной гипотезы оказалось, что 50% экспериментальных точек вышли за пределы нормального среднеквадратичного отклонения, а несколько разных экспериментальных точек имеют одно и тоже значение входного сигнала? Ответ обоснуйте, параметры новой гипотезы рассчитайте.

### **Ситуация 6.**

При экспертизе вопроса о запуске «моста-тоннеля-канатной переправы-парома» 4 эксперта распределили свои предпочтения так, как указано в таблице.

*Таблица предпочтений*

	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4
Мост	1	1	2	1
Тоннель	3	2	1	2
Канатная переправа	2	3	3	4
Паром	4	4	4	3

Каково решение группы? Какой из экспертов показал наименьшую компетентность при оценке проблемы? Можно ли доверять группе в целом?

### **Ситуация 7.**

При модернизации системы сушки материала решили производить на ходу по мере перемещения его из цеха 1 в цех 2. Ранее сушку производили партиями дискретно на неподвижном оборудовании с последующей перевозкой в цех 2 в конце рабочего дня.

Как изменился алгоритм моделирования сушки материала? Как рассчитать скорость движения конвейера, чтобы материал подавался в цех 2 без остановки и в заданном качестве? Как можно изменить структуру технологического процесса (оборудования, управления) для достижения большей производительности системы?