



## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Приобретение систематических знаний в области моделирования процессов и систем, ознакомление с основными подходами к моделированию систем, умений эффективного использования моделирующих алгоритмов для исследования характеристик и поведения сложных объектов.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний основных классов моделей информационных систем предметной области, технологии моделирования; о возможностях реализации моделей с использованием программно-технических средств современных ЭВМ; принципов построения моделей процессов функционирования систем;
- формирование умений применять математические методы при решении профессиональных задач; решения типовые задачи по основным разделам курса, используя методы моделирования; использовать метод машинного моделирования при исследовании, проектировании и эксплуатации информационных систем; верифицировать и настраивать разработанные модели процессов и систем;
- формирование навыков построения моделей профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов; реализации моделирующих алгоритмов для исследования характеристик и поведения сложных объектов; адаптации разработанных моделей для описания реальных процессов и систем.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Объектом дисциплины является методология и технологии моделирования (в первую очередь компьютерного) при исследовании, проектировании и эксплуатации систем обработки информации и управления.

### 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-8	ИД-1ОПК-8	Знает основные классы моделей информационных систем предметной области, технологию моделирования	Знает возможности и ограничения математических моделей, методов и средства проектирования информационных систем	Собеседование

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-8	ИД-2ОПК-8	Умеет выбирать математические методы при решении профессиональных задач; решать типовые задачи по основным разделам курса, используя методы моделирования	Умеет выбирать математические модели, методы и средства проектирования информационных систем, необходимые для эффективного решения задач в области профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы
ОПК-8	ИД-3ОПК-8	Владеет навыками построения моделей профессиональных задач, навыками реализации моделирующих алгоритмов	Владеет навыками применения математических моделей, методов и средств для проектирования информационных систем	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	26	26	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- 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
5-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Введение в теорию моделирования.	4	0	0	12
<p>Тема 1. Введение в дисциплину Моделирование процессов и систем.  Введение в дисциплину. Использование моделирования при исследовании и проектировании информационных систем и технологий. Примеры моделирования систем. Предмет теории моделирования. Модели и их роль в изучении процессов функционирования информационных систем. Классификация видов моделей.  Моделирование как метод научного познания. Гипотезы и аналогии. Изоморфизм. Роль и место моделирования в исследовании систем. Особенности процесса моделирования. Цели моделирования. Подходы к исследованию систем: классический и системный подходы. Стадии разработки моделей.</p> <p>Тема 2. Основные понятия теории моделирования систем. Классификация систем.  Понятие Системы. Подсистемы и элементы. «Сложная» и «большая» системы. Структура, функции, переменные, параметры, состояния и характеристики информационной системы.  Классификация систем по их основным свойствам. Искусственная система как средство достижения цели. Методология системного подхода. Суть системного подхода. Алгоритм подхода. История развития системного подхода. Классификация видов моделирования систем. Возможности использования машинного моделирования при разработке информационных систем.</p> <p>Тема 3. Математические модели объектов, сигналов и воздействий.  Формальная модель объекта. Математическая модель объекта. Основные подходы к построению математических моделей. Аналитические и имитационные модели. Комбинированные (аналитико-имитационные) модели. Методы машинной реализации моделей. Типовые математические схемы: дифференциальные уравнения, конечные и вероятностные автоматы, конечно-разностные схемы, системы массового обслуживания, сети Петри и пр.</p>				
Схемы моделирования процессов и систем	6	12	0	18
<p>Тема 4. Математические схемы моделирования информационных систем.  Основные подходы к построению математических моделей. Типовые математические схемы.  Непрерывно-детерминированные модели (D-</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>схемы). Примеры. Дискретно-детерминированные модели (F-схемы). Примеры. Конечные автоматы. Типы автоматов. Представление конечных автоматов. Примеры.</p> <p>Дискретно-стохастические модели. Примеры. Дискретно-стохастические модели. Определение Р-автомата. Пример Р-автомата. Частные случаи Р-автоматов.</p> <p>Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы). Системы массового об-служивания. Основные понятия. Классификация и терминология систем массового обслуживания. СМО как непрерывно-стохастическая модель. Сетевые модели (N - схемы). Обобщенные (комбинированные) модели (A - схемы)</p>				
Алгоритмы и инструментальные средства моделирования	6	14	0	34
<p>Тема 5. Статистическое моделирование на ЭВМ. Основные предельные теоремы теории вероятностей и их использование в статистическом моделировании. Псевдослучайные числа и процедуры их машинной реализации. Эталон генератора случайных чисел. Непрерывное распределение случайных чисел. Дискретное распределение случайных чисел. Требования к генератору случайных чисел. Основные способы генерации случайных чисел: аппаратный (физический), табличный (файловый), алгоритмический (программный). Алгоритмические методы: метод серединных квадратов, метод серединных произведений, метод перемешивания, линейный конгруэнтный метод. Приближенные способы преобразования случайных чисел. Универсальный способ преобразования случайных чисел. Проверка качества работы генератора случайных чисел.</p> <p>Тема 6. Обработка и анализ результатов моделирования информационных систем. Общие вопросы теории планирования экспериментов. Планирование машинных экспериментов с моделями информационных систем. Цели и задачи планирования имитационных экспериментов. Стратегическое и тактическое планирование имитационных экспериментов. Планирование имитационных экспериментов с целью синтеза оптимальных вариантов информационной системы. Проблема большого числа факторов при моделировании информационных систем на ЭВМ. Проблема стохастической сходимости результатов</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>моделирования. Проблема обеспечения точности и достоверности результатов компьютерного моделирования. Проблема уменьшения дисперсии оценок характеристик моделируемых информационных систем<sup>3</sup></p> <p>Тема 7. Инструментальные средства для моделирования процессов и систем в различных областях профессиональной деятельности. Задачи разработки информационных систем на базе современных математических методов, реализуемых с использованием ресурсов инструментальных средств.</p> <p>Основные понятия языков и систем моделирования. Примеры существующих инструментальных средств для моделирования процессов и систем; основы их применения.</p>				
ИТОГО по 5-му семестру	16	26	0	64
ИТОГО по дисциплине	16	26	0	64

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Применение конечных автоматов при моделировании систем
2	Моделирование системы массового обслуживания. Исследование свойств моделируемой системы
3	Компьютерная генерация и проверка качества псевдослучайных последовательностей чисел
4	Метод Монте-Карло при имитационном моделировании стохастических систем
5	Планирование и проведение машинных экспериментов с моделями информационных систем

## 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.

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 заданий по лабораторным работам.
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	Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / Ашихмин В.Н., Гитман М.Б., Келлер И.Э., Наймарк О.Б. М : Логос, 2005. 439 с.	31
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Андриевская Н. В., Бочкарёв С. В. Моделирование систем : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008. 282 с. 17,75 усл. печ. л.	48
2	Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем. Практикум : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Высш. шк., 2003. 295 с.	69
<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)
Основная литература	Моделирование процессов и систем	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-168298">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-168298</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Моделирование процессов и систем	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-168879">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-168879</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Среды разработки, тестирования и отладки	MS Visual studio 2019 community (Free)
Среды разработки, тестирования и отладки	PascalABC.NET, свободная лиц. GNU LGPL

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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>

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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Компьютеры	20
Лабораторная работа	Мультимедиа-проектор	1
Лекция	Мультимедиа-проектор	1

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

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

Факультет прикладной математики и механики  
Кафедра «Вычислительная математика, механика и биомеханика»

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Моделирование процессов и систем»**

#### *Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	09.03.02 Информационные системы и технологии
<b>Профиль программы бакалавриата:</b>	Цифровые технологии и интеллектуальные системы управления
<b>Квалификация выпускника:</b>	Бакалавр
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Вычислительная математика, механика и биомеханика
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	Экзамен

Пермь 2023

**Оценочные материалы** (фонд оценочных средств, ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины (РПД). ФОС устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

## 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение 5-го семестра. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и промежуточной аттестации. 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	ПЗ	ОЛР	Т/КР/ КИЗ		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>							
<b>З.1</b> знает основные классы моделей информационных систем предметной области, технологию моделирования	С				КР		ТВ
<b>Освоенные умения</b>							
<b>У.1</b> умеет выбирать математические методы при решении профессиональных задач; решать типовые задачи по основным разделам курса, используя методы моделирования	С			ОЛР			ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>							
<b>В.1</b> владеет навыками построения моделей профессиональных задач, навыками реализации моделирующих алгоритмов				ОЛР			ПЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КИЗ – кейс-задача (комплексное 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 освоения дисциплинарных частей компетенций (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 обучающегося 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 обучающимися 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, выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Промежуточный и рубежный контроль**

Промежуточный и рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных (практических) работ.

#### **2.2.1. Защита лабораторных 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 запланированы рубежные контрольные работы по разделам дисциплины.

#### **Типовые задания КР:**

1. Приведите требования к математическим моделям. Поясните каждое из требований.

2. Этапы создания модели системы. Перечислите основные этапы. Какие задачи (вопросы) разрешаются на каждом из этапов. Снабдите каждый из этапов наглядным примером.

3. Типовые математические схемы. Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы). Основные понятия. Принципы составления моделей. Примеры моделей систем.

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

### **2.2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Комплексных индивидуальных заданий по дисциплине не предусмотрено.

### **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 всех заявленных дисциплинарных компетенций.

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

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

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

1. Эталонный генератор случайных чисел. Определение. Математические характеристики эталонного генератора случайных чисел.

2. Имитационное моделирование. Охарактеризуйте класс задач, подходящий для моделирования с использованием такого подхода. На наглядном примере продемонстрируйте основные этапы использования метода имитационного моделирования.

3. Конечные автоматы. Основные понятия. Табличный и графический способы задания конечного автомата. Примеры систем, моделируемых при помощи конечных автоматов.

4. Классификация систем по их основным свойствам: динамические и статические системы, детерминированные и стохастические. Сравните и охарактеризуйте каждую пару понятий между собой, приведите примеры таких систем.

##### **Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:**

1. Реализуйте линейный конгруэнтный метод генерации псевдослучайных чисел.

2. Определите загруженность касс продуктового магазина при заданных начальных условиях, используя программные алгоритмы имитационного

моделирования.

3. Используя методологию конечных автоматов опишите предложенную систему при помощи таблицы и графа.

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

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

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

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

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

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

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

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

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных 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 программы бакалавриата.

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