

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 09 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Математическое моделирование  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 08.04.01 Строительство  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Моделирование рынков и рыночных систем в строительстве  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является изучение основ математического моделирования, включая этапы разработки модели, знакомство с особенностями математического моделирования в условиях стохастической неопределенности различных параметров реальных объектов и явлений в предметной области будущей деятельности выпускников.

Задачи учебной дисциплины:

- получение представлений о месте математического моделирования среди методов научного познания;
- знакомство с этапами разработки математической модели;
- получение представлений об основных подходах к моделированию сложных систем;
- получение представлений об изменчивости и неопределенности параметров объекта моделирования и способах описания случайных процессов в математических моделях;
- знакомство с системами массового обслуживания и их моделями; примеры систем массового обслуживания в строительстве; исследование параметров эффективности реальных систем массового обслуживания.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения учебной дисциплины являются следующие объекты: задачи математического моделирования; математические модели в условиях неопределенности; системы массового обслуживания и оценка их эффективности; системы массового обслуживания в строительстве.

### 1.3. Входные требования

Знания, полученные при изучении дисциплин математика, физика, информатика, в рамках программы бакалавриата.

## 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
ПК-1.8	ИД-1ПК-1.8	Знает методы математического моделирования, этапы построения математической модели, базовые подходы, используемые при построении математических моделей сложных систем.	Знает математические методы организации исследований и разработок по профилю деятельности;	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.8	ИД-2ПК-1.8	Способен анализировать сложившуюся моделируемую ситуацию, обобщать и обрабатывать информацию, полученную из различных источников в процессе разработки модели.	Умеет работать с инструментальными средствами проведения экспериментов и наблюдений, обобщать и обрабатывать информацию;	Индивидуальное задание
ПК-1.8	ИД-3ПК-1.8	Умеет применять методы и схемы моделирования для различных конкретных случаев в сфере своей профессиональной деятельности. Умеет осуществлять поиск новых подходов и приемов моделирования в литературе и интернете. Владеет методами построения и исследования типовых математических моделей, навыками подготовки научно-технических отчетов по результатам моделирования.	Владеет навыками планирования и организации экспериментов и наблюдений с применением математического (компьютерного) и имитационного моделирования, подготовки аналитических обзоров и научно-технических отчетов	Индивидуальное задание

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
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)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	26	26	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 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
1-й семестр				
Моделирование. Математическая модель. Этапы разработки математической модели. Примеры математических моделей. Структурные модели.	8	0	12	22
Тема 1. Моделирование как метод научного познания. Определение модели и ее свойства. Определение и классификация математических моделей. Тема 2. Этапы разработки математической модели. Содержательная, концептуальная и математическая постановка задачи моделирования. Выбор метода решения задачи моделирования. Проверка адекватности модели. Примеры построения математических моделей в строительстве. Тема 3. Структурные модели. Принципы и подходы к моделированию сложных систем.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Моделирование в условиях неопределенности. Моделирование систем массового обслуживания. Моделирование с использованием имитационного подхода.	8	0	14	42
Тема 4. Моделирование в условиях неопределенности. Описание стохастической неопределенности. Описание случайной величины. Использование случайных величин при разработке моделей в строительстве. Тема 5. Моделирование систем массового обслуживания. Марковские случайные процессы и уравнения Колмогорова. Системы массового обслуживания с отказами и с очередью. Применение моделей систем массового обслуживания в строительстве. Тема 6. Моделирование с использованием имитационного подхода.				
ИТОГО по 1-му семестру	16	0	26	64
ИТОГО по дисциплине	16	0	26	64

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Этапы построения математической модели. Содержательная постановка задачи моделирования. Примеры.
2	Этапы построения математической модели. Концептуальная постановка задачи моделирования. Примеры.
3	Этапы построения математической модели. Математическая постановка задачи моделирования. Примеры.
4	Выбор и обоснование выбора метода решения задачи. Примеры.
5	Краткое введение в численные методы (решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений, метод Эйлера).
6	Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Организация ввода исходных данных и вывода результатов. Обработка результатов моделирования.
7	Анализ результатов моделирования. Проверка адекватности математической модели.
8	Моделирование в условиях неопределенности. Моделирование случайных величин. Построение выборок случайных величин. Исследование случайных величин.
9	Моделирование в условиях неопределенности. Построение полигонов и гистограмм частот случайных величин.
10	Моделирование систем массового обслуживания. Уравнения Колмогорова.
11	Моделирование систем массового обслуживания. Системы массового обслуживания с отказами. Параметры эффективности. Примеры.
12	Моделирование систем массового обслуживания. Системы массового обслуживания с очередями. Параметры эффективности. Примеры.

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы практического (семинарского) занятия</b>
13	Итоговое тестирование по дисциплине. Обсуждение результатов и систематизация изученного материала.

## 5. Организационно-педагогические условия

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

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления 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.

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

<b>№ п/п</b>	<b>Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</b>	<b>Количество экземпляров в библиотеке</b>
<b>1. Основная литература</b>		
1	Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин [и др.]. - М: Логос, 2007.	37
2	Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. - М.: Физматлит, 2005.	14

3	Сидоров В. Н. Математическое моделирование в строительстве : учебное пособие / В. Н. Сидоров, В. К. Ахметов. - М.: Изд-во АСВ, 2007.	3
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Горстко А. Б. Познакомьтесь с математическим моделированием / А. Б. Горстко. - Москва: Знание, 1991.	6
2	Математическое моделирование : пер. с англ. / Под ред. Дж. Эндрюса. - М.: Мир, 1979.	19
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник ПНИПУ. Безопасность и управление рисками : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. В. А. Трефилова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014 -.	
2	Вестник ПНИПУ. Механика : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. А. А. Ташкинова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
3	Вестник ПНИПУ. Прикладная математика и механика / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; А. И. Цаплина. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
4	Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. Я. И. Вайсмана. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014 -.	
5	Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Гуманитарный факультет ; Под ред. В. Н. Стегния. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
6	Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Под ред. А. Б. Пономарёва. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
7	Математическое моделирование: журнал / Российская академия наук; Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук. - Москва: РАН, 1989 - .	
8	Прикладная механика и техническая физика : журнал / Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева; Институт теоретической и прикладной механики. - Новосибирск: СО РАН, 1960 - .	
<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	Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Н. Ашихмин [и др.]. - Москва: Логос, 2004.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2392">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2392</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
Среды разработки, тестирования и отладки	Embarcadero Delphi 2007, лиц.№ 33948, 137 лиц. ПНИПУ 2008 г.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.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>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>

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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Видеопроектор	1



Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Ноутбук	1
Практическое занятие	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	10

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

Описан в отдельном документе