

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: _____ **Статистическое моделирование** _____
(наименование)

Форма обучения: _____ **очная** _____
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ **магистратура** _____
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ **108 (3)** _____
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ **01.04.02 Прикладная математика и информатика** _____
(код и наименование направления)

Направленность: _____ **Математический анализ и управление экономическими процессами** _____
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Приобрести знания, умения, навыки по теории статистического моделирования вероятностных процессов для их применения при решении задач в будущей профессиональной деятельности.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Вероятностные модели функционирования объектов различной природы; алгоритмы моделирования случайных чисел, случайных событий, случайных величин, случайных процессов

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
ПК-1.7	ИД-1ПК-1.	Студент знает основные понятия, определения и задачи теории статистического моделирования; главные принципы моделирования объектов	Знает задачи описания и анализа экономических процессов, методы содержательной интерпретации полученных результатов, порядок разработки задания на проведение патентных исследований;	Зачет
ПК-1.7	ИД-2ПК-1	Студент умеет решать практические задачи по моделированию величин, заданных законов распределения; разрабатывать компьютерные модели вероятностных объектов; вычислять интегральные характеристики моделируемых объектов на основе закона больших чисел	Умеет оформлять результаты исследований в виде отчета и применять их в организационно-управленческой деятельности	Расчетно-графическая работа
ПК-1.7	ИД-3ПК-1	Студент владеет представлением о компьютерном моделировании функционирования объектов вероятностной природы	Владеет навыками построения стандартных математических и эконометрических моделей экономических процессов	Расчетно-графическая работа

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
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
3-й семестр				
Моделирование дискретных случайных величин	6	0	12	18
Тема 1. Стандартный метод моделирования дискретных случайных величин. Псевдослучайные числа. Закон распределения дискретной случайной величины. Алгоритм моделирования распределения. Тема 2. Моделирование целочисленных распределений. Примеры целочисленных распределений: биномиальное, геометрическое, гипергеометрическое и распределение Пуассона. Алгоритм моделирования целочисленных распределений.				

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 непрерывных распределений	6	0	11	18
Тема 3. Стандартный метод моделирования непрерывных случайных величин. Функции распределения непрерывных случайных величин. Обратная функция распределения. Моделирование основных типов непрерывных распределений. Тема 4. Моделирование нормального случайного вектора. Нормальный случайный вектор. Нормальная случайная величина. Моделирование с помощью обратной функции, моделирование с использованием полярных координат, моделирование на основе «закона больших чисел». Моделирование с использованием условных распределений. Моделирование гауссовского распределения с зависимыми компонентами.				
Приложение методов статистического моделирования.	6	0	11	18
Тема 5. Математические приложения статистического моделирования. Вычисление кратных интегралов. Поиск глобальных экстремумов. Тема 6. Имитационное моделирование и анализ систем массового обслуживания. Системы массового обслуживания. Распределения потоков обслуживания. Имитационное моделирование многоканальной системы массового обслуживания				
ИТОГО по 3-му семестру	18	0	34	54
ИТОГО по дисциплине	18	0	34	54

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Универсальный алгоритм моделирования дискретных случайных величин
2	Специальный алгоритм моделирования целочисленных распределений
3	Алгоритм моделирования непрерывных распределений с использованием обратной функции распределения
4	Алгоритмы моделирования нормального случайного вектора
5	Алгоритмы вычисления кратных интегралов
6	Алгоритмы имитационного моделирования систем массового обслуживания

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, 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
1. Основная литература		
1	Михайлов Г. А. Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло : учебное пособие для вузов / Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. - М.: Академия, 2006.	7
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	С.С. Артемьев, М.А. Якунин . Математическое и статистическое моделирование в финансах. – Новосибирск: ИВМиМГ СО РАН, 2008. –205 с	6
2	Я.И. Хургин, Н.О. Фастовец. Статистическое моделирование. - Москва: Нефть и газ, 2003. –212 с..	6

2.2. Периодические издания		
1	Экономика и математические методы: журнал / Российская академия наук. Отделение общественных наук.— Москва: Наука, 1992-1996, 1998-2019	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	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	ИМИТАЦИОННОЕ И СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	https://omgtu.ru/general_information/faculties/radio_engineering_department/department_quot_radio_devices_and_diagnostic_systems_quot/educational-materials/Computer_technologies_in_scientific_research/Simulation_and_statistical_modeling.pdf	сеть Интернет; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Среды разработки, тестирования и отладки	Среда разработки RStudio

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	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	IBM PC совместимые компьютеры MS Windows 8.1 (подп. Azure DevTools for Teaching)Microsoft Office ProfessionalDr. Web Enterprise Security Suite, 3000 Лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 20171 2007. лиц. 42661567 3000 шт. (ПНИПУ 2009 г)	15
Практическое занятие	IBM PC совместимые компьютерыMS Windows 8.1 (подп. Azure DevTools for Teaching)Microsoft Office ProfessionalDr. Web Enterprise Security Suite, 3000 Лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 20171 2007. лиц. 42661567 3000 шт. (ПНИПУ 2009 г)	15

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
«Статистическое моделирование»**

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки : 01.04.02 - «Прикладная математика и информатика»

Направленность образовательной
программы

«Математический анализ и управление
экономическими процессами»

Квалификация выпускника:

Магистр

Выпускающая кафедра:

«Прикладная математика»

Форма обучения:

очная

Курс: 2

Семестр(-ы): 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

 108 ч

Форма промежуточной аттестации: Дифференцированный зачет – 3 семестр

Пермь, 2019

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины.

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

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические 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 (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и итогового контроля при изучении теоретического материала, 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		Рубежный		Промежуточный	
	С	ТО	РР	КР	Курс. работа	Зачет
Усвоенные знания						
3.1 основные понятия, определения и задачи теории статистического моделирования	С					ТВ
3.2 главные принципы моделирования объектов вероятностной природы	С	ТО				ТВ
3.3 методы, приемы, алгоритмы моделирования случайных величин, случайных процессов		ТО				ТВ
Освоенные умения						
У.1 решать практические задачи по моделированию величин, заданных законов распределения		ТО	РР			ПЗ
У.2 разрабатывать компьютерные модели вероятностных объектов			РР			ПЗ
У.3 вычислять интегральные характеристики моделируемых объектов на основе закона больших чисел		ТО	РР			ПЗ
У.4 применять принципы статистического			РР			

моделирования при решении прикладных задач						
Приобретенные владения						
В.1 представлением о компьютерном моделировании функционирования объектов вероятностной природы	С					ПЗ
В.2 методами, приемами, алгоритмами статистического моделирования	С		РР			ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос (коллоквиум); КР – контрольная работа; ПЗ – практическое задание; ТВ – теоретический вопрос; РР – расчетная работа.

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

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

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-х бальной системе учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Универсальный алгоритм моделирования дискретных случайных величин.
2. Моделирование целочисленных распределений.
3. Моделирование непрерывных распределений с помощью обратной функции распределения.
4. Вычисление кратных интегралов методом Монте - Карло.
5. Поиск глобальных экстремумов методом Монте- Карло.
6. Имитационное моделирование систем массового обслуживания.

Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретённых владений проводится в форме защиты расчетных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Расчетно-графические работы и лабораторные работы.

Расчетная работа №1 «Моделирование дискретных случайных величин».

Расчетная работа №2 «Моделирование непрерывных случайных величин».

Расчетная работа №3 «Имитационное моделирование систем массового обслуживания».

2.2.2. Рубежные контрольные работы

Не предусмотрены.

2.3. Промежуточная аттестация

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

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференцированного зачета по дисциплине.

Допуск к зачету осуществляется по результатам текущего и рубежного контролей. Зачет проводится в устной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы для проверки усвоенных знаний и практические задания для проверки усвоенных умений. Билет формируется таким образом, чтобы в него вошли вопросы и задания, контролируемые уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Форма билета представлена в общей части ФОС программы магистратуры.

Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине.

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Моделирование двумерного нормального случайного вектора.
2. Моделирование k -мерного гаусовского распределения.
3. Имитационное моделирование систем массового обслуживания.

Типовые практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Представить алгоритм моделирования распределения Бернулли.
2. Представить алгоритм моделирования распределения Вейбулла.
3. Представить алгоритм моделирования нормального распределения в полярных координатах.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали теоретические вопросы, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

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 зачета.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета 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 дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете 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 магистерской программы.

Общая оценка уровня сформированности 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 дифференцированного зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.