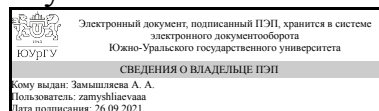


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук



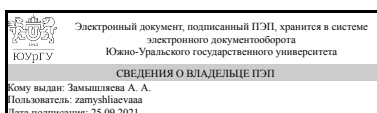
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.02 Моделирование стохастических систем
для направления 01.04.02 Прикладная математика и информатика
уровень Магистратура
магистерская программа Математическое и программное обеспечение
моделирования сложных систем и процессов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Прикладная математика и программирование

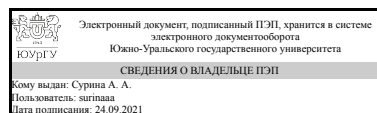
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 13

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.



А. А. Замышляева

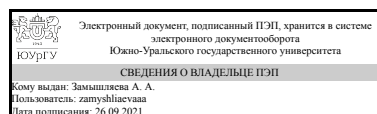
Разработчик программы,
старший преподаватель



А. А. Сурина

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
д.физ.-мат.н., проф.



А. А. Замышляева

1. Цели и задачи дисциплины

Цели курса: Изучение студентами современных методов моделирования стохастических систем. Задачи курса: - изучить распространенные модели стохастических систем, освоить алгоритмы их реализации; - научить студентов: правильно выбирать математическую модель стохастической системы в зависимости от априорной информации и цели функционирования системы; знать отличительные особенности различных моделей, их положительные и отрицательные свойства; - показать на практических примерах возможности и ограничения моделей стохастических систем; - научить создавать модели с возможностью динамического управления и учета приоритетов; формировать данные для моделирования, планировать исследования на моделях, проводить обработку и анализ полученных результатов моделирования; проводить сбор данных и формализовать модель; создавать программные модели в изучаемом пакете.

Краткое содержание дисциплины

Каждая модель стохастической системы описывается по единой схеме: • предпосылки использования; • постановка задачи; • примеры прикладных задач; • базовые предположения и границы применимости; • описание модели, методы оценки ее адекватности экспериментальным данным; • достоинства, недостатки, ограничения, «подводные камни», сравнение с другими моделями.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен активно участвовать в построении и исследовании новых математических моделей в естественных науках и определять возможные области их применения	Знает: основные математические модели и методы их решения, используемые в исследовании и проектировании стохастических систем Умеет: создавать модели с возможностью динамического управления и учета параметров

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Математическое прогнозирование и системный анализ, Непрерывные модели, Численные методы исследования неклассических моделей математической физики, Многомерный статистический анализ данных, Дискретные и вероятностные модели	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Дискретные и вероятностные модели	Знает: основные принципы математического моделирования, инструментальные средства анализа дискретных математических моделей Умеет: строить и анализировать дискретные и вероятностные математические модели, соответствующие поставленной задаче Имеет практический опыт: построения и анализа дискретных и вероятностных математических моделей, соответствующих поставленной задаче
Численные методы исследования неклассических моделей математической физики	Знает: особенности неклассических моделей математической физики, основные методы их исследования Умеет: применять наукоемкие математические и информационные технологии и пакеты программ для решения прикладных задач в естественно-научных областях, использовать численные методы при исследовании неклассических моделей математической физики Имеет практический опыт:
Непрерывные модели	Знает: методологию разработки непрерывных математических моделей для решения научных и практических задач, методологию разработки непрерывных математических моделей для решения научных и практических задач Умеет: разрабатывать математические модели решаемых задач и проводить анализ их точности, разрабатывать математические модели решаемых задач и проводить анализ их точности Имеет практический опыт:
Многомерный статистический анализ данных	Знает: назначение, содержание и основные этапы многомерного статистического анализа Умеет: Имеет практический опыт: построения многомерных статистических моделей исследуемых процессов
Математическое прогнозирование и системный анализ	Знает: методы и модели теории систем Умеет: использовать методы математического прогнозирования на основе результатов системного анализа Имеет практический опыт:

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 48,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия:	48	48

Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
Самостоятельная работа (СРС)	87,75	87,75
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Проработка лекционного материала. Подготовка к выполнению лабораторных работ.	28	28
Подготовка отчетов по лабораторным работам	19,75	19.75
Подготовка к диф. зачету	40	40
Консультации и промежуточная аттестация	8,25	8,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Предмет и содержание курса. Обзор моделей стохастических систем.	4	2	0	2
2	Моделирование стохастических систем на основе марковских процессов.	8	4	0	4
3	Модели систем массового обслуживания.	8	4	0	4
4	Стохастические модели временных рядов.	10	4	0	6
5	Модели стохастических систем как случайных векторов.	10	6	0	4
6	Энтропийное моделирование стохастических систем.	8	4	0	4

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Предмет и содержание курса «Моделирование стохастических систем». Связь этого курса с другими дисциплинами.	2
2	2	Марковские процессы с дискретным временем (цепи Маркова) и дискретизируемым временем. Моделирование стохастических систем с помощью цепей Маркова. Примеры.	2
3	2	Марковские процессы с непрерывным временем. Свойства марковских процессы с непрерывным временем. Расчет вероятностей состояний системы. Вероятности состояний системы в стационарном режиме.	2
4	3	Система массового обслуживания как модель стохастической системы. Классификация и основные характеристики систем массового обслуживания.	2
5	3	Смешанные системы массового обслуживания. Примеры моделей.	2
6	4	Стохастические модели временных рядов как пример моделей сложных стохастических систем. Предпосылки использования. Примеры.	2
7	4	Многомерные временные ряды. Векторная авторегрессия. Коинтеграция временных рядов. Примеры моделирования стохастических систем.	2
8	5	Моделирование многомерных стохастических систем в виде случайных векторов. Классификация методов моделирования. Примеры моделей.	2

9	5	Моделирование стохастических систем методами многомерного статистического анализа. Многомерный регрессионный анализ. Примеры моделей.	2
10	5	Логистическая регрессия как математическая модель многомерных стохастических систем.	2
11	6	Информационная энтропия Шеннона. Дифференциальная энтропия непрерывной одномерной и многомерной случайной величины. Обзор известных энтропийных моделей на основе информационной энтропии.	2
12	6	Дифференциальная энтропия гауссовской стохастической системы как модель сложной системы.	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Обзор моделей стохастических систем.	2
2	2	Граф состояний системы как одна из форм математической модели системы с фиксированным числом различных состояний. Примеры моделей.	2
3	2	Процессы «гибели и размножения». Примеры моделирования стохастических систем.	2
4	3	Системы массового обслуживания с отказами и ожиданием. Примеры моделей.	2
5	3	Замкнутые и открытые системы массового обслуживания. Примеры моделей.	2
6	4	Процессы авторегрессии, скользящего среднего, авторегрессии – скользящего среднего.	2
7	4	Оценивание параметров стохастических моделей временных рядов. Алгоритмы, примеры реализации.	2
8	4	Стационарные и нестационарные временные ряды. Особенности моделирования нестационарных процессов.	2
9	5	Гипотеза расстояния между векторами как меры сходства между стохастическими системами. Методы распознавания – дискриминантный и кластерный анализ.	2
10	5	Примеры моделирования многомерных стохастических систем методами многомерного стохастического анализа.	2
11	6	Дифференциальная энтропия многомерных случайных величин с произвольными распределениями компонент. Свойства. Предпосылки использования в качестве модели.	2
12	6	Примеры моделей стохастических систем на основе дифференциальной энтропии.	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов

Проработка лекционного материала. Подготовка к выполнению лабораторных работ.	1. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. – 5-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2013. – 448 с. Гл. 3–5. 2. Михайлов Г.А., Войтишек А.В. Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 368 с. Гл. 1, 2. 3. Чураков Е.П. Прогнозирование эконометрических временных рядов. – М.: Финансы и статистика. 2008. – 208 с. Гл. 1, 2. 4. Яглом А.М., Яглом И.М. Вероятность и информация. – 5-е изд., стер. – М.: КомКнига, 2007. – 512 с. Гл. 2.	4	28
Подготовка отчетов по лабораторным работам	1. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. – 5-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2013. – 448 с. Гл. 3–5. 2. Михайлов Г.А., Войтишек А.В. Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 368 с. Гл. 1, 2. 3. Чураков Е.П. Прогнозирование эконометрических временных рядов. – М.: Финансы и статистика. 2008. – 208 с. Гл. 1, 2. 4. Яглом А.М., Яглом И.М. Вероятность и информация. – 5-е изд., стер. – М.: КомКнига, 2007. – 512 с. Гл. 2.	4	19,75
Подготовка к диф. зачету	1. Симчера В.М. Методы многомерного анализа статистических данных: Учебное пособие. М.: Финансы и статистика, 2008. 400 с. 2. Орлов А.И. Прикладная статистика. – 2-е изд., испр. М.: Национальный открытый университет «ИНТУИТ», 2016. 948 с. 3. Тырсин А.Н. Энтропийное моделирование многомерных стохастических систем. Воронеж: Издательство «Научная книга», 2016. 156 с	4	40

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	ЛР 1. Моделирование	1	10	Использованы основные методы моделирования -	дифференцированный зачет

			выборки с заданным законом распределения. Проверка статистических гипотез			2 балла Применены алгоритмы моделирования основных типов случайных процессов - 2 балла Выполнен анализ результатов моделирования, выводы логичны - 2 балла Использование рекомендованных программных средств при выполнении работы - 3 балла Правильные ответы на вопросы – 1 балл	
2	4	Текущий контроль	ЛР 2. Вычисление интегралов методом Монте-Карло	1	15	Использованы основные методы моделирования - 3 балла Применены алгоритмы моделирования основных типов случайных процессов - 3 балла Выполнен анализ результатов моделирования, выводы логичны, использованы стандартные программные средства - 3 балла Использование нестандартных программных средств при выполнении работы - 4 балла Правильные ответы на вопросы – 2 балла	дифференцированный зачет
3	4	Текущий контроль	ЛР3. Моделирование и исследование некоррелированных случайных чисел	1	20	Использованы основные методы моделирования - 3 балла Применены алгоритмы моделирования основных типов случайных процессов - 3 балла Выполнен анализ результатов моделирования, выводы логичны, использованы стандартные программные средства - 3 балла Использование нестандартных	дифференцированный зачет

						программных средств при выполнении работы - 4 балла Правильные ответы на вопросы – 2 балла Выполнено дополнительное задание - 5 баллов	
4	4	Текущий контроль	ЛР 4. Моделирование коррелированных гауссовых случайных величин	1	15	Использованы основные методы моделирования - 3 балла Реализация разложения Холецкого выполнена самостоятельно, без использования готовых библиотек - 5 баллов Выполнен анализ результатов моделирования, выводы логичны, использованы стандартные библиотечные функции - 2 баллов Использование нестандартных программных средств при выполнении работы - 3 баллов Правильные ответы на вопросы – 2 балла	дифференцированный зачет
5	4	Текущий контроль	ЛР 5. Идентификация моделей стационарных временных рядов	1	20	Использованы основные методы моделирования - 3 балла Применены алгоритмы моделирования основных типов случайных процессов - 5 баллов Выполнен анализ результатов моделирования, выводы логичны, использованы стандартные библиотечные функции - 5 баллов Использование нестандартных программных средств при выполнении работы - 5 баллов Правильные ответы на вопросы – 2 балла	дифференцированный зачет
6	4	Текущий контроль	ЛР 6. Идентификация нестационарных случайных	1	20	Использованы основные методы моделирования - 3 балла Применены алгоритмы	дифференцированный зачет

			процессов			моделирования основных типов случайных процессов - 5 балла Выполнен анализ результатов моделирования, выводы логичны - 5 балла Использование рекомендованных программных средств при выполнении работы - 5 балла Правильные ответы на вопросы – 2 балла	
8	4	Промежуточная аттестация	Опрос	1	10	Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время дифференцированного зачета. Студенту задаются 10 вопросов из разных тем курса, позволяющих оценить сформированность компетенций. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	дифференцированный зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	На дифференцированном зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Оценка за зачет выставляется по текущему контролю при соблюдении следующих условий: 1) выполнены и сданы в срок все лабораторные работы (срок сдачи – 2 недели с момента выдачи задания); 2) количества баллов, полученных за лабораторные работы, достаточно для выставления оценки за экзамен. Если студенту не хватает баллов для выставления оценки по текущему контролю, то при условии выполнения всех лабораторных работ студенту предлагается пройти опрос. Студенту задается 10 вопросов из разных тем курса. На подготовку ответов дается 30 минут. Использование литературы для подготовки ответа не допускается. По окончании	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-2	Знает: основные математические модели и методы их решения, используемые в исследовании и проектировании стохастических систем	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: создавать модели с возможностью динамического управления и учета параметров	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения Текст учеб. пособие для высш. техн. учеб. заведений Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - Изд. 4-е, стер. - М.: Высшая школа, 2007. - 477, [2] с. ил.
2. Яглом, А. М. Вероятность и информация Текст А. М. Яглом, И. М. Яглом. - Изд. 5-е, стер. - М.: URSS, 2007. - 511 с.
3. Симчера, В. М. Методы многомерного анализа статистических данных Текст учеб. пособие по специальностям "Финансы и кредит" и др. В. М. Симчера. - М.: Финансы и статистика, 2008. - 395, [2] с. ил.
4. Бородин, А. Н. Случайные процессы Текст учебник для вузов А. Н. Бородин. - СПб. и др.: Лань, 2013. - 639 с.

б) дополнительная литература:

1. Тюрин, Ю. Н. Анализ данных на компьютере Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров; Под ред. В. Э. Фигурнова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2003. - 543,[1] с. ил.
2. Михайлов, Г. А. Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло Текст учеб. пособие для вузов по направлению "Приклад. мат." Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. - М.: Академия, 2006
3. Вильсон, А. Д. Энтропийные методы моделирования сложных систем Пере. с англ. Ю. А. Дубова; Под ред. Ю. С. Попкова; С предисл. Имельбаева и Б. Л. Шмудьяна. - М.: Наука, 1978. - 247 с. ил.
4. Бусленко, Н. П. Моделирование сложных систем Н. П. Бусленко. - 2-е изд., перераб. - М.: Наука, 1978. - 399 с. ил.
5. Лабскер, Л. Г. Теория массового обслуживания в экономической сфере Учеб. пособие для вузов. - М.: Банки и биржи: ЮНИТИ, 1998. - 318,[1] с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Вестник ЮУрГУ. Серия "Вычислительная математика и информатика".

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Коровин А.М. Моделирование систем: учебное пособие к лабораторным работам. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. 47 с.
2. Лисиенко В.Г., Трофимова О.Г., Трофимов С.П., Дружинина Н.Г., Дюгай П.А. Моделирование сложных вероятностных систем: учебное пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 200 с.
3. Рубан А.И. Методы анализа данных. – 2-е изд., исправл. и доп. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2010. 319 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ. Москва, 2010.	eLIBRARY.RU	Интернет / Свободный
2	Основная литература	Тырсин А.Н. Энтропийное моделирование многомерных стохастических систем. Воронеж, 2016.	eLIBRARY.RU	Интернет / Свободный
3	Основная литература	Фоменков С.А., Коробкин Д.М., Камаев В.А. Теоретические основы моделирования систем: Учебное пособие. Волгоград, 2016	eLIBRARY.RU	Интернет / Свободный
4	Дополнительная литература	Прохоров С.А., Графкин В.В. Структурно-спектральный анализ случайных процессов. Самара, 2010.	eLIBRARY.RU	Интернет / Свободный

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	336 (36)	Проектор, компьютер, экран для проектора, MS Office (Open Office), Foxit Reader