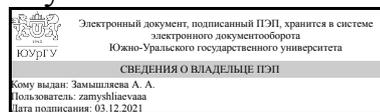


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук



А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины П.1.В.07.02 Алгоритмы управления в стохастических системах  
для направления 01.06.01 Математика и механика

**уровень аспирант тип программы**

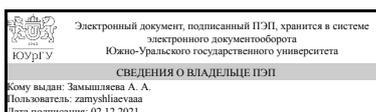
**направленность программы**

**форма обучения очная**

**кафедра-разработчик Прикладная математика и программирование**

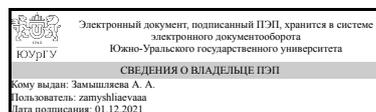
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 29.07.2014 № 866

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



А. А. Замышляева

Разработчик программы,  
д.физ.-мат.н., проф., заведующий  
кафедрой



А. А. Замышляева

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины: - знакомство аспирантов с современными и классическими разделами математического моделирования стохастических систем, прикладной статистики и многомерного статистического анализа. Задачи: - дать на современном уровне обзор достижений в области математического моделирования, стохастических систем, используя весь комплекс фундаментальных знаний, имеющихся у аспирантов; - ввести аспирантов в проблематику очень важного раздела современной прикладной математики с тем, чтобы они могли изучить основные задачи, возникающие в основаниях теории и приложениях.

## Краткое содержание дисциплины

Курс является развитием курсов «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теория случайных процессов», «Теория массового обслуживания», «Прикладная статистика» и «Математическое моделирование». В курсе широко используются многие разделы современной математики. Аспиранты должны овладеть основными теоретическими положениями теории вероятностей, математической статистики и теории случайных процессов, которые входят в программы кандидатского минимума. Основное содержание спецкурса составляют оригинальные разработки лектора, опубликованные в виде ряда научных статей, защищенных под его руководством двух кандидатских диссертаций, которые отражают современное состояние математического моделирования стохастических систем. Основное внимание уделяется математическому аппарату, используемому при построении моделей стохастических систем, и методу статистического моделирования.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-9.1 способностью находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ	Знать:- формулировки актуальных и значимых проблем в области математического моделирования, численных методов и комплекса программ; - понятия проблемной ситуации и проблема; - этапы разрешения проблемы; - методы решения проблемных ситуаций и проблем.
	Уметь:- применять математические модели; - находить проблему в области математического моделирования, численных методов и комплекса программ; - формулировать проблему в области математического моделирования, численных методов и комплекса программ; - решать актуальные и значимые проблемы в области математического моделирования, численных методов и комплекса программ.
	Владеть:- методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний в области

	математического моделирования, численных методов и комплекса программ; - способностью находить, формулировать актуальные и значимые проблемы в области математического моделирования, численных методов и комплекса программ; - способностью решать актуальные и значимые проблемы в области математического моделирования, численных методов и комплекса программ.
ПК-9.2 способностью к применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах при решении задач математического моделирования, численных методов (для направленности)	Знать:- современные методы и алгоритмы компьютерной математики, совершенствовать их, углублять и развивать математическую теорию и физико-механические модели, лежащие в их основе; - основы теории численных методов решения задач, основы математического моделирования; - назначение и возможности пакетов прикладных программ для компьютерного моделирования поставленных задач.
	Уметь:- разрабатывать вычислительные алгоритмы решения задач, возникающих в процессе математического моделирования; - самостоятельно находить и/или разрабатывать алгоритмы для решения задачи, модернизировать их для конкретной задачи. - применять пакеты прикладных программ для решения практических задач.
	Владеть:- навыками разработки алгоритмического описания задач в области математического моделирования, численных методов и комплекса программ; - способностью находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Не предусмотрены

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

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	38	38	
Лекции (Л)	38	38	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	70	70	
Выполнение домашних заданий	36	36	
Подготовка к экзамену	34	34	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Статистическое моделирование	6	6	0	0
2	Модели многомерного статистического анализа	8	8	0	0
3	Стохастические модели временных рядов	8	8	0	0
4	Методы моделирования сложных стохастических систем	8	8	0	0
5	Методы принятия решений и управления по статистическим моделям	8	8	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Моделирование случайных величин и случайных векторов. Моделирование случайных процессов и общая схема метода Монте-Карло. Квадратурные формулы и вычисление интегралов по вероятностной мере. Решение разностных уравнений методом Монте-Карло. Применение метода Монте-Карло в физике и экономике.	2
2	1	Моделирование систем массового обслуживания. Математическое моделирование в экспериментальных исследованиях и основы планирования эксперимента. Методы выделения существенных факторов. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.	4
3	2	Обзор методов многомерного статистического анализа. Многомерный статистический анализ в пакете Statistica.	4
4	2	Корреляционно-регрессионные модели стохастических систем. Кластерный и дискриминантный анализ – использование в моделировании и принятии решений.	2
5	2	Логистическая регрессия – прогнозная модель состояния многомерной стохастической системы.	2
6	3	Временные ряды и случайные процессы. Стохастические разностные	4

		уравнения. Моделирование стационарных временных рядов. Модели временных рядов, включающие гетероскедастичность.	
7	3	Спектральный анализ временных рядов. Моделирование нестационарных временных рядов. Модели, включающие несколько временных рядов. Методы распознавания зависимостей во временных рядах.	4
8	4	Гауссовские линейные модели: многомерное нормальное распределение, оценивание, проверка гипотез, матричная корреляция, дифференциальная энтропия.	2
9	4	Энтропийные методы моделирования сложных систем. Математическое моделирование стохастических систем в классе стохастических динамических систем: стохастические дифференциальные системы, системы и сети массового обслуживания, вероятностные автоматы, агрегаты, динамические системы случайной структуры.	4
10	4	Стохастическое моделирование сложных организационных систем.	2
11	5	Поиск оптимального решения при одном и нескольких критериях. Статистические игры. Методы теории линейных стохастических систем. Задачи оценивания в стохастических дифференциальных системах.	4
12	5	Оптимальная линейная фильтрация в стохастических дифференциальных системах. Линейные фильтры Калмана-Бьюси.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Домашняя работа по теме "Методы принятия решений и управления по статистическим моделям "	Вознесенский В.А., Ковальчук А.Ф. Принятие решений по статистическим моделям. – М.: Статистика. 1978. - 192 с. Гл. 1-4.	10
Домашняя работа по теме "Методы моделирования сложных стохастических систем"	Косачев И.М., Ерошенков М.Г. Аналитическое моделирование стохастических систем. – Минск: Навука и тэхника. 1993. - 263 с. Гл. 2-4.	8
Подготовка к экзамену	1. Савелова Т.И. Метод Монте-Карло: Учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ. 2011. 2. Семенов Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях. 2-е изд., дополн. – СПб.: Издательство «Лань». 2013. 3. Симчера В.М. Методы многомерного анализа статистических данных. – М.: Финансы и статистика. 2008. 4. Сеницын И.Н. Фильтры Калмана и Пугачева. – М.: Университетская книга, Логос. 2006. 5.	34

	Тюрин Ю.Н. Многомерная статистика: гауссовские линейные модели. – М.: Издательство Московского университета. 2011. 6. Федулов А.А., Федулов Ю.Г., Цыгичко В.Н. Введение в теорию статистически ненадежных решений. 2-е изд. – М.: КомКнига. 2007. 7. Чураков Е.П. Прогнозирование эконометрических временных рядов. – М.: Финансы и статистика. 2008.	
Домашняя работа по теме "Модели многомерного статистического анализа"	Симчера В.М. Методы многомерного анализа статистических данных. – М.: Финансы и статистика. 2008. - 400 с. Тема 4.	6
Домашняя работа по теме "Стохастические модели временных рядов"	Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов: прогноз и управление. Вып. 1. – М.: Мир. 1974. - 406 с. Гл. 2.	8
Домашняя работа по теме "Статистическое моделирование"	Михайлов Г.А., Войтишек А.В. Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 368 с. Гл. 1 3.	4

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Не предусмотрены

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-9.1 способностью находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ	Проверка домашних заданий (текущий контроль)	1-5
Все разделы	ПК-9.2 способностью к применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах при решении задач математического моделирования, численных	Экзамен	1-25

	методов (для направленности)		
Все разделы	ПК-9.1 способностью находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ	Экзамен	1-25

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Проверка домашних заданий (текущий контроль)	Проверка выполнения домашних заданий, решаемых с использованием прикладного программного обеспечения	Зачтено: Правильно выполненное домашнее задание, верные ответы на вопросы преподавателя. Умение объяснить ход решения, привести соответствующие теоретические обоснования. Не зачтено: Невыполнение домашнего задания за семестр. Грубые ошибки при выполнении практических заданий и самостоятельной работы. Неумение выделить главное, сделать выводы и обобщения.
Экзамен	Студенту необходимо ответить в устной форме на вопросы.	Отлично: исчерпывающие, грамотные ответы на поставленные вопросы, владение навыками и приемами решения практических задач. Хорошо: владение необходимыми знаниями и приемами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках. Удовлетворительно: знание только основного материала, неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала и трудности в выполнении практических заданий. Неудовлетворительно: ответ не по существу вопроса, ошибки, неправильные формулировки понятий, неуверенное, с большими затруднениями решение практических задач.

## 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Проверка домашних заданий (текущий контроль)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Статистическое моделирование.</li> <li>2. Стохастические модели временных рядов.</li> <li>3. Методы принятия решений и управления по статистическим моделям.</li> <li>4. Методы моделирования сложных стохастических систем.</li> <li>5. Модели многомерного статистического анализа.</li> </ol>
Экзамен	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Моделирование случайных процессов и общая схема метода Монте-Карло.</li> <li>2. Квадратурные формулы и вычисление интегралов по вероятностной мере.</li> <li>3. Решение разностных уравнений методом Монте-Карло.</li> <li>4. Применение метода Монте-Карло в физике и экономике.</li> <li>5. Математическое моделирование в экспериментальных исследованиях и основы планирования эксперимента.</li> <li>6. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.</li> <li>7. Корреляционно-регрессионные модели стохастических систем.</li> </ol>

- |  |  |
|--|--|
|  | <p>8. Кластерный и дискриминантный анализ – использование в моделировании и принятии решений.</p> <p>9. Логистическая регрессия – прогнозная модель состояния многомерной стохастической системы.</p> <p>10. Стохастические разностные уравнения.</p> <p>11. Моделирование стационарных временных рядов.</p> <p>12. Модели временных рядов, включающие гетероскедастичность.</p> <p>13. Спектральный анализ временных рядов.</p> <p>14. Моделирование нестационарных временных рядов.</p> <p>15. Модели, включающие несколько временных рядов.</p> <p>16. Методы распознавания зависимостей во временных рядах.</p> <p>17. Гауссовские линейные модели: многомерное нормальное распределение, оценивание, проверка гипотез, матричная корреляция.</p> <p>18. Дифференциальная энтропия многомерных гауссовских случайных векторов.</p> <p>19. Стохастические дифференциальные системы.</p> <p>20. Вероятностные автоматы.</p> <p>21. Динамические системы случайной структуры.</p> <p>22. Стохастическое моделирование сложных организационных систем.</p> <p>23. Статистические игры.</p> <p>24. Оптимальная линейная фильтрация в стохастических дифференциальных системах.</p> <p>25. Линейные фильтры Калмана-Бьюси.</p> |
|--|--|

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Тюрин, Ю. Н. Многомерная статистика : гауссовские линейные модели [Текст] Ю. Н. Тюрин ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Механико-мат. фак. - М.: Издательство Московского университета, 2011. - 132, [3] с.
2. Синицын, И. Н. Фильтры Калмана и Пугачева [Текст] учеб. пособие И. Н. Синицын. - М.: Университетская книга : Логос, 2006. - 636 с.
3. Федулов, А. А. Введение в теорию статистически ненадежных решений [Текст] А. А. Федулов, Ю. Г. Федулов, В. Н. Цыгичко. - 2-е изд., стер. - М.: КомКнига, 2007. - 275,[4] с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Бокс, Д. Анализ временных рядов. Прогноз и управление Вып. 1 Д. Бокс, Г. Дженкинс; Пер. с англ. А. Л. Левшина; Под ред. и с предисл. В. Ф. Писаренко. - М.: Мир, 1974. - 406 с. черт.
2. 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. Шмутьяна. - М.: Наука, 1978. - 247 с. ил.
3. Вознесенский, В. А. Принятие решений по статистическим моделям [Текст]. - М.: Статистика, 1978. - 192 с. ил.
4. Калман, Р. Э. Очерки по математической теории систем Р. Калман, П. Фалб, М. Арбиб; Пер. с англ. Э. Л. Наппельбаума; Под ред. Я. З. Цыпкина. - 2-е изд., стер. - М.: Едиториал УРСС, 2004. - 398, [2] с.
5. Налимов, В. В. Теория эксперимента В. В. Налимов. - М.: Наука, 1971. - 207 с. черт.

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 1. Баркова Л.Н., Ткачева С.А. Математическая статистика: компьютерный практикум. – Воронеж: Воронежский государственный университет. 2007

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. 1. Баркова Л.Н., Ткачева С.А. Математическая статистика: компьютерный практикум. – Воронеж: Воронежский государственный университет. 2007

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Афанасьев, В. Н. Статистическая методология в научных исследованиях : учебное пособие / В. Н. Афанасьев, Н. С. Еремеева, Т. В. Лебедева. — Оренбург : ОГУ, 2017. — 245 с. — ISBN 978-5-7410-1703-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/110604">https://e.lanbook.com/book/110604</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Савёлова, Т. И. Метод Монте-Карло : учебное пособие / Т. И. Савёлова. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 152 с. — ISBN 978-5-7262-1546-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/75835">https://e.lanbook.com/book/75835</a>
3	Основная литература	eLIBRARY.RU	Тырсин, А. Н. Оценивание линейной регрессии на основе обобщенного метода наименьших модулей / А. Н. Тырсин, Л. А. Соколов // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки. – 2010. – № 5(21). – С. 134-142. <a href="https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15571486">https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15571486</a>
4	Дополнительная литература	eLIBRARY.RU	Тырсин, А. Н. Энтропийное моделирование работы автотранспортного предприятия / А. Н. Тырсин, О. В. Ворфоломеева // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. – 2011. – № 3. – С. 145-150. <a href="https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16902670">https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16902670</a>

### 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Microsoft-Visio(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(бессрочно)

#### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	340 (36)	Доска, компьютер, MS Office (Open Office)