**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных наук

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Замышляева А. А.
Пользователь: zamyshliaevaaa
Дата подписания: 03.12.2021

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.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Замышляева А. А.
Пользователь: zamyshliaevaaa
Дата подписания: 02.12.2021

А. А. Замышляева

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

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Замышляева А. А.
Пользователь: zamyshliaevaaa
Дата подписания: 01.12.2021

А. А. Замышляева

Челябинск

## 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 |
| *Аудиторные занятия:* | 38 | 38 |
| Лекции (Л) | 38 | 38 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 0 | 0 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 |
| *Самостоятельная работа (СРС)* | 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 рядов. | 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. Синицын 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.<br>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.<br>Хорошо: владение необходимыми знаниями и приемами решения задач, при этом в ответе могут быть допущены незначительные ошибки или неточности в формулировках.<br>Удовлетворительно: знание только основного материала, неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала и трудности в выполнении практических заданий.<br>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) | 1. Статистическое моделирование.<br>2. Стохастические модели временных рядов.<br>3. Методы принятия решений и управления по статистическим моделям.<br>4. Методы моделирования сложных стохастических систем.<br>5. Модели многомерного статистического анализа. |
| Экзамен | 1. Моделирование случайных процессов и общая схема метода Монте-Карло.<br>2. Квадратурные формулы и вычисление интегралов по вероятностной мере.<br>3. Решение разностных уравнений методом Монте-Карло.<br>4. Применение метода Монте-Карло в физике и экономике.<br>5. Математическое моделирование в экспериментальных исследованиях и основы планирования эксперимента.<br>6. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.<br>7. Корреляционно-регрессионные модели стохастических систем. |

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

## 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. Шмульяна. - 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. https://e.lanbook.com/book/110604 |
| 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. https://e.lanbook.com/book/75835 |
| 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. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15571486 |
| 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. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16902670 |

## 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 (3б) | Доска, компьютер, MS Office (Open Office) |