

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбунов Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 27.08.2024 15:56:48

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45579d51ed7bbf0e9cc7

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский университет  
Государственной противопожарной службы МЧС России»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И НОВЫЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Научная специальность  
**2.3.4 Управление в организационных системах**

**Подготовка научных и научно-педагогических кадров в адъюнктуре  
(аспирантуре)**

**Санкт-Петербург**

## **1. Цели и задачи дисциплины «Математические методы и новые информационные технологии в научных исследованиях»**

### **Цель изучения дисциплины:**

– формирование у обучающихся знаний по математическим моделям, алгоритмам и методам решения задач при проведении научных исследований;

– выработка приёмов и практических навыков решения научных задач математическими методами с использованием современных информационных технологий.

### **Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины**

<b>Компетенции</b>	<b>Содержание</b>
ОПК-1	способность формулировать научные задачи, применять для их решения методологии теоретических и экспериментальных научных исследований, внедрять полученные результаты в практическую деятельность
ОПК-2	способность применять информационно-коммуникационные технологии при осуществлении научно-исследовательской деятельности

### **Задачами изучения дисциплины является:**

– формирование навыков проведения исследований сложных организационно-технических систем на основе методов фундаментальных наук;

– формирование навыков математического моделирования и системной оптимизации сложных организационно-технических систем на базе разработанных и имеющихся средств исследования и проектирования, включая стандартные и специализированные пакеты прикладных программ;

– формирование умения применять программное обеспечение для решения задач системного исследования и реализации управления в организационных системах.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения дисциплины адъюнкты должны:		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	способность формулировать научные задачи, применять для их решения методологии теоретических и экспериментальных научных исследований, внедрять полученные результаты в практическую деятельность	математические методы проведения теоретических и экспериментальных исследований	выбирать математические методы проведения теоретических и экспериментальных исследований	навыками применения различных математических методов проведения теоретических и экспериментальных исследований
2.	ОПК-2	способность применять информационно-коммуникационные технологии при осуществлении научно-исследовательской деятельности	возможности информационно-коммуникационных технологий для решения научно-исследовательских задач в профессиональной деятельности	использовать современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской деятельности для решения конкретных исследовательских задач	навыками решения конкретных исследовательских задач с применением современных информационно-коммуникационных технологий

## 3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы адъюнктуры по научной специальности 2.3.4 Управление в организационных системах.

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 часов.

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ, по семестрам и формам обучения

##### Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	2 семестр
Общая трудоемкость раздела в часах	144	144
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	66	66
В том числе:		
Лекции	28	28
Практические занятия	38	38
Зачёт	4	4
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	74	74

##### Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	2 курс	3 курс
Общая трудоемкость раздела в часах	144	72	72
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	28	8	20
В том числе:			
Лекции	12	4	8
Практические занятия	12	4	8
Зачёт	4		4
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	116	64	52

#### 4.2. Тематический план, структурированный по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов работ

##### для очной формы обучения

№ п/п	Наименование темы	Всего часов	Количество часов по видам занятий			
			Лекции	Практические занятия	Зачет	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6	7
<b>1 курс, 2 семестр</b>						

1	Прикладные пакеты математического моделирования	20	2	4		14
2	Методы аналитического моделирования стохастических дискретных систем	26	6	8		12
3	Методы имитационного моделирования	26	4	10		12
4	Современные методы многокритериальной оптимизации	28	8	8		12
5	Методы нечеткой логики в моделировании	20	4	4		12
6	Построение моделей на базе нейронных сетей	20	4	4		12
<b>Зачет</b>		4			4	
<b>Всего</b>		<b>144</b>	<b>28</b>	<b>38</b>	<b>4</b>	<b>74</b>

**для заочной формы обучения**

№ п/п	Наименование темы	Всего часов	Количество часов по видам занятий			
			Лекции	Практические занятия	Зачет	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6	7
<b>2 курс</b>						
1	Прикладные пакеты математического моделирования	36	2	2		32
2	Методы аналитического моделирования стохастических дискретных систем	36	2	2		32
<b>Итого за год обучения</b>		<b>72</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>64</b>
<b>3 курс</b>						
3	Методы имитационного моделирования	18	2	2		14
4	Современные методы многокритериальной оптимизации	16	2	2		12

5	Методы нечеткой логики в моделировании	16	2	2		12
6	Построение моделей на базе нейронных сетей	18	2	2		14
<b>Зачет</b>		4			4	
<b>Итого за год обучения</b>		<b>72</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>52</b>
<b>Всего</b>		<b>144</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>116</b>

### 4.3 Содержание дисциплины

#### **Тема 1. Прикладные пакеты математического моделирования**

Пакеты прикладных программ. Пакет Mathcad и его интерфейс. Характеристика математического пакета Matlab. Характеристика пакетов обработки статистических данных.

#### *Практическое занятие*

Средства решения простых вычислительных задач. Программирование в Mathcad. Решение простых вычислительных задач в Matlab. Решение типовых задач статистической обработки данных. Решение задач корреляционного анализа. Решение задач регрессионного анализа.

#### *Самостоятельная работа*

Выполнение типовых операций в Mathcad. Графические средства пакета. Справочная система Mathcad. Символьный процессор. Работа с векторами и матрицами. Комплексные величины. Специальные функции пакета. Обработка экспериментальных данных. Пакеты расширения Matlab. Программирование в Matlab. Визуализация результатов обработки данных. Корреляционные и регрессионные зависимости. Дисперсионный анализ.

#### *Рекомендуемая литература:*

основная литература: [5, 6];

дополнительная литература: [1, 2].

#### **Тема 2. Методы аналитического моделирования стохастических дискретных систем**

Вероятностные аналитические модели с дискретным временем.  
Вероятностные аналитические модели с непрерывным временем. Модели систем и сетей массового обслуживания. Модели динамики средних.

### ***Практическое занятие***

Разработка и исследование дискретно-стохастической модели.  
Разработка и исследование непрерывно-стохастической модели. Разработка моделей полумарковских процессов. Разработка и исследование моделей СМО и СеМО. Разработка моделей динамики средних.

### ***Самостоятельная работа***

Алгоритмы функционирования и показатели качества СМО с приоритетами. Специальные дисциплины обслуживания заявок. Основные понятия сетей Петри. Анализ сетей Петри. Языки сетей Петри. Расширенные и ограниченные модели сетей Петри.

### ***Рекомендуемая литература:***

основная литература: [1, 2];

дополнительная литература: [3].

## **Тема 3. Методы имитационного моделирования**

Статистические модели. Концепция имитационного моделирования стохастических систем. Формирование случайных воздействий. Обработка результатов имитационного моделирования.

### ***Практическое занятие***

Разработка и исследование статистической модели. Инструментальные средства имитационного моделирования. Разработка архитектуры имитационной модели. Разработка программной реализации имитационной модели.

### ***Самостоятельная работа***

Качество датчиков случайных чисел. Приемы моделирования случайных факторов. Типовые схемы имитационного моделирования. Сравнение видов и способов моделирования.

### ***Рекомендуемая литература:***

основная литература: [1, 2];

дополнительная литература: [3].

### **Тема 4. Современные методы многокритериальной оптимизации**

Формальная постановка задачи оптимизации при многих критериях. Частные критерии. Парето-оптимальные решения. Эффективные решения. Сужение множества Парето. Обзор методов многокритериальной оптимизации.

#### ***Практические занятия***

Метод последовательных уступок. Этапы метода последовательных уступок. Реализация метода последовательных уступок в MS Excel. Взвешенная сумма оценок частных критериев. Взвешенная сумма оценок частных критериев. Метод анализа иерархий. Инструментарий метода анализа иерархий.

#### ***Самостоятельная работа***

Методы нечеткой многокритериальной оптимизации. Решение задач многокритериальной оптимизации в условиях неопределенности. Генетические алгоритмы. Этапы решения задачи оптимизации с помощью генетических алгоритмов.

### ***Рекомендуемая литература:***

основная литература: [1, 3];

дополнительная литература: [4].

### **Тема 5. Методы нечеткой логики в моделировании**

Основные положения нечеткой логики. Лингвистическая переменная. Нечеткое множество и нечеткая переменная. Нечеткая логика. Системы нечеткого вывода.

#### ***Практическое занятие***

Логико-лингвистическое описание систем, нечеткие модели. Методы

построения нечеткологических моделей. Инструментарий нечеткологического моделирования. Моделирование нечеткой системы средствами Fuzzy Logic Toolbox системы Matlab.

### ***Самостоятельная работа***

Виды типовых функций принадлежности. Основные этапы нечеткого вывода. Алгоритм Мамдани. Использование систем нечеткого вывода в задачах управления. Нечёткие отношения. Нечёткие сети Петри.

### ***Рекомендуемая литература:***

основная литература: [1];

дополнительная литература: [4].

## **Тема 6. Построение моделей на базе нейронных сетей**

Введение в нейронные сети. Биологические основы искусственных нейронных сетей. Искусственный нейрон. Основные типы нейронных сетей. Методы и алгоритмы обучения нейросетей.

### ***Практическое занятие***

Нейросетевая система как метод решения задач моделирования. Приближение функций. Задача прогнозирования. Нейронная сеть со слоем Кохонена. Простейшие пакеты нейросетевого моделирования. Построение моделей на базе нейронных сетей с помощью пакета Matlab Neural Network Toolbox. Принципы построения нейронных сетей в среде Simulink.

### ***Самостоятельная работа***

Полносвязные нейронные сети. Сверточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети. Структура многослойной нейронной сети. Функции активации. Проблема полноты. Задача исключаящего или. Полнота двухслойных сетей в пространстве булевских функций. Алгоритм обратного распространения ошибок. Формирование начального приближения.

### ***Рекомендуемая литература:***

основная литература: [1, 4];

дополнительная литература: [5].

## **5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

При реализации программы дисциплин модуля используются следующие виды занятий: лекция, семинарское занятие и практическое занятие.

**Лекция:** составляет основу теоретического обучения и должна давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, сопровождающееся демонстрацией слайдов с использованием компьютерной техники.

**Практическое занятие:** проводится в целях: выработки практических умений и приобретения навыков, закрепления пройденного материала по соответствующей теме дисциплины. Главным их содержанием является практическая работа каждого слушателя (обучающегося)

**Семинарское занятие:** Семинарское занятия проводятся по наиболее сложным вопросам (темам, разделам) учебной программы и имеют целью углубленное изучение дисциплины, привитие обучающимся навыков самостоятельного поиска и анализа учебной информации, формирование и развитие у них научного мышления, умения активно участвовать в творческой дискуссии, делать правильные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных

знаний, подготовку к предстоящим практическим занятиям, семинарским занятиям и зачету с оценкой.

## **6. Оценочные материалы по дисциплине**

Оценочные средства регламентируют организацию процедуры контроля достигнутого уровня формирования компетенций в процессе изучения дисциплины. Текущий контроль проводится в соответствии с содержанием дисциплины по видам занятий в форме опроса, докладов. Промежуточная аттестация проводится в форме ответа на теоретические вопросы.

### **6.1. Примерные оценочные материалы:**

#### **6.1.1. Текущего контроля**

##### **Типовые вопросы для опроса:**

1. В чем выражаются основные недостатки проведения натурального эксперимента по сравнению с применением метода моделирования?
2. Что такое экзогенные и эндогенные переменные?
3. Чем определяется эффективность математической модели?

#### **6.1.2 Промежуточной аттестации**

##### **Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет**

1. Виды пакетов прикладных программ.
2. Пакет Mathcad и его интерфейс. Типовые конструкции входного языка пакета Mathcad.
3. Встроенные функции и функции пользователя Mathcad.
4. Символьные вычисления в командном режиме Mathcad.
5. Назначение, состав и возможности пакета MatLab.
6. Числа, арифметические операции и форматы команд MatLab.
7. Средства вычисления типовых статистик в пакете SPSS.
8. Решения задачи корреляционного анализа в пакете SPSS. Корреляционная матрица.
9. Решения задач регрессионного анализа в пакете SPSS. Оценки параметров регрессии.

10. Типовые классы моделей систем со стохастической неопределенностью.
11. Случайные процессы с дискретным временем. Марковская цепь.
12. Марковский процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний.
13. Основные понятия и классификация систем массового обслуживания.
14. Модели сетей массового обслуживания.
15. Общий подход к разработке моделей динамики средних. Принцип квазирегулярности.
16. Основные понятия сетей Петри. Свойства сетей Петри.
17. Сущность метода статистических испытаний.
18. Этапы статистического моделирования.
19. Сущность имитационного моделирования.
20. Основные элементы имитационной модели и принцип ее функционирования.
21. Инструментальные средства имитационного моделирования.
22. Формальная постановка задачи оптимизации при многих критериях.  
Частные критерии.
23. Парето-оптимальные решения. Эффективные решения.
24. Сужение множества Парето.
25. Обзор методов многокритериальной оптимизации
26. Этапы метода последовательных уступок.
27. Реализация метода последовательных уступок в MS Excel.
28. Взвешенная сумма оценок частных критериев.
29. Метод анализа иерархий.
30. Инструментарий метода анализа иерархий.
31. Лингвистическая переменная.
32. Нечеткое множество и нечеткая переменная.
33. Нечеткая логика.
34. Логико-лингвистическое описание систем, нечеткие модели.
35. Методы построения нечеткологических моделей.
36. Моделирование нечеткой системы средствами FUZZY LOGIC TOOLBOX системы MATLAB.
37. Биологические основы искусственных нейронных сетей
38. Искусственный нейрон. Основные типы нейронных сетей.
39. Методы и алгоритмы обучения нейросетей.
40. Приближение функций.
41. Задача прогнозирования.
42. Нейронная сеть со слоем Кохонена.
43. Построение моделей на базе нейронных сетей с помощью пакета Matlab Neural Network Toolbox.
44. Принципы построения нейронных сетей в среде Simulink.

## **6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок**

Система оценивания включает следующие оценки: «зачтено», «не зачтено».

Оценочные средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Оценка
устный опрос (ответ)	правильность и полнота ответа	<p>- дан правильный, полный ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; могут быть допущены недочеты, исправленные самостоятельно в процессе ответа;</p> <p>- дан правильный, недостаточно полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; могут быть допущены недочеты, исправленные с помощью преподавателя;</p> <p>- дан недостаточно правильный и полный ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; в ответе отсутствуют выводы.</p>	зачтено
		<p>ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу; присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения; дополнительные и уточняющие вопросы не приводят к коррекции ответа на вопрос.</p>	не зачтено

## **7. Ресурсное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

Microsoft Windows 7 Professional – ПО-ВЕ8-834;

Microsoft Office Standard 2010 – ПО-413-406;

7-Zip – ПО-F33-948;

Adobe Acrobat Reader – ПО-F63-948;

Google Chrome – ПО-F2С-926;

МойОфис Образование – ПО-41В-124;

MathCad 14 - Программный продукт для выполнения инженерных и математических расчетов ПО-6Е1-625;

MatLab 2009 – высокоуровневый язык технических расчетов, интерактивная среда разработки алгоритмов и современный инструмент анализа данных ПО-162-655;

SPSS Statistics 17 – программное обеспечение для статистической обработки данных ПО-F2В-743:

AnyLogic Personal Learning Edition – программное обеспечение для имитационного моделирования ПО-311-354.

## **7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Информационная справочная система — Сервер органов государственной власти Российской Федерации <http://россия.рф/> (свободный доступ); профессиональные базы данных — Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru/> (свободный доступ); федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru> (свободный доступ); система официального опубликования правовых актов в электронном виде <http://publication.pravo.gov.ru/> (свободный доступ); федеральный портал «Совершенствование государственного управления» <https://ar.gov.ru> (свободный доступ); электронная библиотека университета <http://elib.igps.ru> (авторизованный доступ); электронно-библиотечная система «ЭБС IPR BOOKS» <http://www.iprbookshop.ru> (авторизованный доступ).

## **7.3. Литература**

### **Основная литература:**

1. Математическое моделирование систем и процессов / Е.Ю. Бутырский, А.В. Матвеев. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2022. – 733 с. Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?3&type=card&cid=ALSFR-af3b3441-07fe-40ad-8218-cb3af5b35666&remote=false>

2. Методы моделирования и прогнозирования / А.В. Матвеев. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2022. – 231 с. Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?5&type=card&cid=ALSFR-6782836a-aa47-45c0-a375-56944375dd26&remote=false>

3. Многокритериальные задачи принятия решений: учебное пособие. Лотов А.В., Поспелова И.И. Изд. МАКС Пресс, М. С. – 197. 2008. Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?5&type=card&cid=ALSFR-45f9dd6c-4913-4e6b-b561-b699f2a7faca&remote=false>

4. Барский А.Б. Введение в нейронные сети : учебное пособие / Барский А.Б.. — Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 357 с. — ISBN 978-5-4497-0309-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/89426.html>

5. Дуев С.И. Решение задач прикладной математики в системе MathCAD: учебное пособие. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. — 100 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63986.html>

6. Дьяконов В.П. MATLAB: полный самоучитель / В.П. Дьяконов. — 2-е изд. — Саратов: Профобразование, 2019. — 768 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87981.html>

#### **Дополнительная литература:**

1. Заборский Б.В., Крюкова М.С., Медведева О.М. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. – СПб УГПС МЧС России, 2017. Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?5&type=card&cid=ALSFR-193f0c9f-5f9c-43f0-8a80-2eaff3aaf1f3&remote=false>

2. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. пособ. для студентов вузов. 5-е изд., стер. М.: Высш. шк., 2009. 400 с. <http://192.168.0.15/?4&type=searchResult&fq=%D0%B3%D0%BC%D1%83%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD&fts=false&order=asc&fields=ALSFR-62bbe42e-aab6-417f-a518-3d8d491613c8>

3. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Исследование операций: задачи, принципы, методология: – М.: Высшая школа, 2007. – 208 с. – Режим доступа: <http://elib.igps.ru/?20&type=card&cid=ALSFR-f9a0feeb-8eb2-482c-a277-a9e3aa4c34a0&remote=false>

4. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач: монография. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Изд. Наука – 255 с. 1982. Режим

доступа: <http://elib.igps.ru/?13&type=card&cid=ALSFR-6fa292d7-f827-44d3-86ab56b8f477d231&remote=false>

5. Вакуленко С.А. Нейронные сети : учебное пособие / Вакуленко С.А., Жихарева А.А.. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 110 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102447.html>

#### **7.4. Материально-техническое обеспечение**

Для проведения и обеспечения занятий используются специальные помещения, представляющие собой учебные аудитории, а также помещения для самостоятельной работы.

Технические средства обучения:

- Мультимедийный проектор,
- Проекционный экран,
- Персональный компьютер.

#### **Авторы:**

профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий, кандидат технических наук, профессор Гвоздик М.И.

заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий, кандидат технических наук, доцент Матвеев А.В.