

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
филиал ФГБОУ ВО «РГГМУ» в г. Туапсе

Кафедра «Метеорологии, экологии и экономического обеспечения деятельности
предприятий природопользования»

Рабочая программа дисциплины

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ В
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ**

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

09.03.03 «Прикладная информатика»

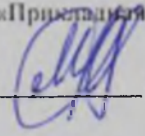
Направленность (профиль):
Прикладные информационные системы и технологии

Квалификация:
Бакалавр

Форма обучения
заочная

Год поступления 2020-2019

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Прикладная информатика»

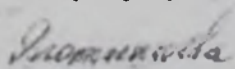
 Аракелов М.С.

Утверждаю
Директор филиала ФГБОУ
ВО «РГГМУ» в г. Туапсе  Аракелов М.С.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
31 августа 2020 г., протокол № 1

Зав. кафедрой  Цай С.Н.

Авторы-разработчики:

 Яготинцева Н.В.

Туапсе 2020

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины – освоение фундаментальных знаний и теоретических основ, методов и моделей управления сложными системами; освоение фундаментальных знаний в области методов понижения размерности в больших задачах оптимизации.

Основные задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области теории методов управления как дисциплины, интегрирующей общематематическую и общетеоретическую подготовку математиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение аспирантов принципам создания моделей управления, выявление особенностей возникающих задач;
- формирование базовых знаний в области декомпозиции больших задач как дисциплины, интегрирующей общематематическую и общетеоретическую подготовку математиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение аспирантов принципам создания методов понижения размерности, выявление особенностей возникающих задач;
- формирование подходов к выполнению научных исследований в области оптимизации и управления.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору образовательной программы. Изучение дисциплины требует входных компетенций, знаний, умений и навыков, предусмотренных следующими курсами:

- Профессиональные коммуникации
- Операционные и телекоммуникационные системы
- Информационные системы и технологии
- Исследование операций и методы оптимизации
- Основы проектной деятельности
- Управление IT-инфраструктурой предприятия
- Анализ и управление рисками

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции ПК-1, ПК-6

Таблица 1 - Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1. Способен выявлять требования к функциям системы и определять цель ее создания на основе сбора и обработки проектных исследований и аналогов информационных систем	ИДПК-1.1. Выявлять, собирать и изучать материалы организации – участников проекта ИДПК-1.4. Изучать системы-аналоги и документацию к ним
ПК-6. Способен выявлять риски на основе проведенного анализа требований к системе	ИДПК-6.2. Анализировать возможные позитивные и негативные события, последствия и обстоятельства ИДПК-6.3. Применять основы теории управления рисками

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

Таблица 2 -Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объем дисциплины	Заочная форма обучения
Объем дисциплины	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	144
в том числе:	-
лекции	4
практические занятия	10
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	130
Вид промежуточной аттестации	экзамен

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3 - Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			лекции	практические	СРС			
1.	Теоретические основы моделирования	3	0,5	2	26	Практическая работа	ПК-1	ИДПК-1.1.
2.	Элементы теории массового обслуживания	3	0,5	2	26	Практическая работа	ПК-1	ИДПК-1.4.
3.	Модели управления запасами	3	1	2	26	Практическая работа	ПК-6	ИДПК-6.2..
4.	Основы алгоритмического статистического моделирования	3	1	2	26	Практическая работа	ПК-1	ИДПК-1.4.
5.	Модели экономических объектов	3	1	2	26	Практическая работа	ПК-6	ИДПК-6.3
	Итого	-	4	10	130			

4.3. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Теоретические основы моделирования

Лекция 1. Основные понятия и определения модели, моделирования, мат. Моделирования. Классификация мат. моделей. Понятие имитационного моделирования. Классификация имитационных моделей. Алгоритм построения, области применения.

Лекция 2. Метод Монте-Карло и проверка статистических гипотез.

Лекция 3. Использование законов распределения случайных величин при имитации экономических процессов.

Раздел 2. Элементы теории массового обслуживания

Лекция 4. Основные понятия. Классификация СМО. Понятие марковского случайного процесса. Поток событий.

Лекция 5. Вероятности состояний. Уравнения Колмогорова. Процесс гибели и размножения. СМО с отказами. СМО с ожиданием (очередью).

Раздел 3. Модели управления запасами

Лекция 6. Основные понятия. Теория управления запасами. Статическая детерминированная модель без дефицита. Статическая детерминированная модель с дефицитом.

Лекция 7. Стохастические модели управления запасами. Стохастические модели управления запасами с фиксированным временем задержки поставок.

Раздел 4. Основы алгоритмического статистического моделирования

Лекция 8. Построение концептуальной модели. Разработка алгоритма модели.

Лекция 9. Разработка программы. Проведение машинных экспериментов с моделью системы.

Раздел 5. Модели экономических объектов

Лекция 10. Модель торговой точки.

Лекция 11. Модель бензоколонки.

Лекция 12. Модель производственной фирмы.

Лекция 13. Модель управления запасами.

4.4. Содержание практических работ

Таблица 4 - Содержание практических занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов
1	Задачи систем массового обслуживания. Одноканальная СМО с отказами.	2
2	Моделирование случайных событий.	2
3	Моделирование непрерывной случайной величины с заданным законом распределения.	2
4	Применение критерия согласия для проверки статистических гипотез.	2
5	Анализ вариантов обслуживания автобусов. Расчет оптимальной ставки налогообложения	2

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Таблица 5.

№ раздела курса и темы самостоятельного изучения	Содержание вопросов и заданий для самостоятельного изучения
Теоретические основы моделирования	альтернативные подходы к созданию имитационных моделей; преимущества, недостатки и ошибки моделирования;
Элементы теории массового обслуживания	классификация программных средств имитационного моделирования; универсальные пакеты имитационного моделирования;
Модели управления запасами	критерии согласия проверки статистических гипотез.
Основы алгоритмического статистического моделирования	сетевая модель и ее основные элементы;
Модели экономических объектов	упорядочение сетевого графика; анализ и оптимизация сетевого графика.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1. Текущий контроль

Текущий контроль проводится в форме выполнения практических работ.

Порядок выполнения практической работы

- записать название работы, ее цель в тетрадь;
- выполнить основные задания в соответствии с ходом работы;
- выполнить индивидуальные задания.

Рекомендации по оформлению практической работы

Задание выполняется обучающимися по шагам. Необходимо придерживаться порядка действий, описанного в практической работе

Результаты выполнения практических работ необходимо выполнять в отдельной тетради или сохранять в своей папке на компьютере или USB – накопителе (если необходимо пользоваться ПК).

В случае пропуска занятий обучающийся осваивает материал самостоятельно в свободное от занятий время и сдает практическую работу с пояснениями о выполнении.

Критерии оценки практической работы

- наличие цели выполняемой работы, выполнение более половины основных заданий (удовлетворительно);
- наличие цели выполняемой работы, выполнение всех основных и более половины дополнительных заданий (хорошо);
- наличие цели выполняемой работы, выполнение индивидуальных заданий (отлично).

Практическая работа «Построение простейших математических моделей.

Построение простейших статистических моделей»

Цель работы: закрепить практические навыки по построению простейших математических и простейших статистических моделей.

Краткая теория

Построение математической модели процесса, явления или объекта начинается с построения упрощенного варианта модели, в котором учитываются только основные черты. В результате прослеживаются основные связи между входными параметрами, ограничениями и показателем эффективности. Общего подхода к построению модели нет. В каждом конкретном случае при построении математической модели учитывается большое количество факторов: цель построения модели, круг решаемых задач, точность описания модели и точность выполнения вычислений. Математическая модель должна отражать все существенные факторы, определяющие ее поведение, и при этом быть простой и удобной для восприятия результатов. Каждая математическая модель процесса, явления или объекта в своей основе имеет математический количественный метод.

Применение математических количественных методов для обоснования выбора того или иного управляющего решения во всех областях человеческой деятельности называется исследованием операций. Целью исследования операций является нахождение с использованием специального математического аппарата решения, удовлетворяющего заданным условиям. На самом деле при решении практически любой задачи имеется неограниченное количество решений.

Множество решений, удовлетворяющих заданным условиям (ограничениям), называется допустимым множеством решением. Выбор из множества допустимых решений

одного решения, наилучшего в каком-либо смысле, называемого оптимальным решением, и есть задача исследования операций.

Модель — это материальный или идеальный объект, заменяющий оригинал, наделенный основными характеристиками (чертами) оригинала и предназначенный для проведения некоторых действий над ним с целью получения новых сведений об оригинале.



Рисунок 1 – Классификация моделей

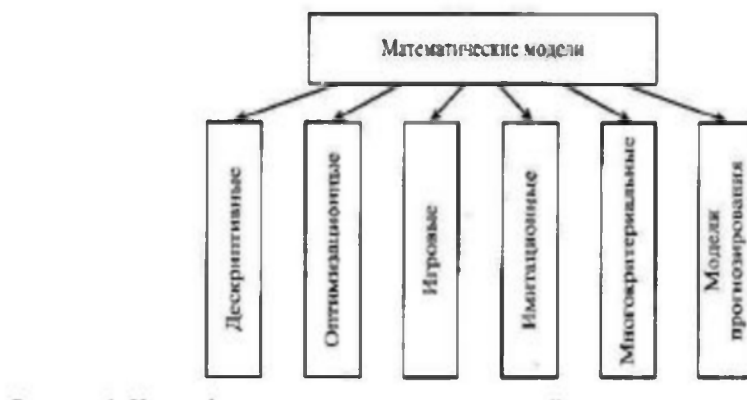


Рисунок 2 – Классификация математических моделей

При построении математической модели необходимо обеспечить достаточную точность вычислений (точность решения) и необходимую подробность модели. Любая математическая модель включает в себя описание основных, т. е. необходимых для исследования свойств и законов функционирования исследуемого объекта, процесса или явления. В своей основе каждая математическая модель имеет целевую функцию, которая реального объекта, процесса или явления. В зависимости от исследуемого (моделируемого) объекта, явления или процесса целевая функция может быть представлена одной функциональной зависимостью, системой уравнений (линейных, нелинейных, дифференциальных и т. д.), набором статистических данных и т. д. При работе с целевой функцией исследователь воздействует на нее через набор входных параметров (рис. 2).

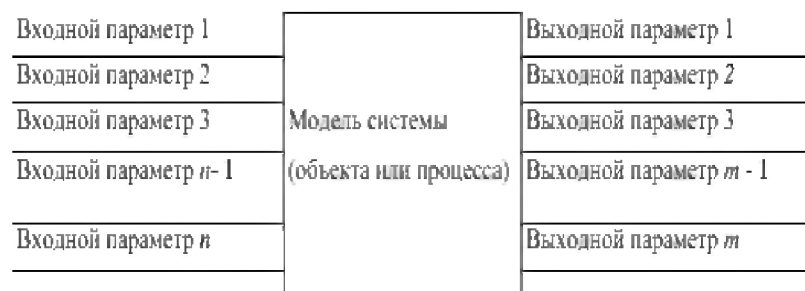


Рисунок 3 – Обобщенная схема математической модели

По способу реализации математические модели можно разделить следующим образом.

1. Линейное программирование.

Математическая модель целиком (целевая функция и ограничения) описывается уравнениями первого порядка. Линейное программирование включает в себя несколько методов решения (задач):

- симплексный;
- графический;
- транспортная задача;
- целочисленное программирование.

2. Нелинейное программирование.

Целевая функция и ограничения, составляющие математическую модель, содержат хотя бы одно нелинейное уравнение (уравнение второго порядка и выше). Нелинейное программирование содержит несколько методов решения (задач):

- графический;
- регулярного симплекса;
- деформируемого многогранника (Нелдера - Мида);
- градиентный.

3. Динамическое программирование.

Ориентировано на решение задач прокладки магистралей кратчайшим путем и перераспределения различных видов ресурсов.

4. Сетевое планирование.

Решает проблему построения графика выполнения работ, распределения производственных, финансовых и людских ресурсов.

5. Принятие решений и элементы планирования.

В этом случае и качестве целевой функции выступает набор статистических данных или некоторые данные прогноза. Решением задачи являются рекомендации о способах поведения (стратегии). Решение носит рекомендательный характер (приблизительное решение). Выбор стратегии целиком остается за человеком — ответственным лицом, принимающим решение. Для принятия решения разработаны следующие теории:

- теория игр;
- системы массового обслуживания.

Порядок выполнения заданий

Задание 1 Составить математическую модель следующей задачи. На складе имеется 300 кг сырья. Надо изготовить два вида продукции. На изготовление первого изделия требуется 2 кг сырья, а на изготовление второго изделия — 5 кг. Определить план выпуска двух изделий.

Задание 2 Составить математическую модель следующей задачи. Предположим, что для производства продукции вида А и В можно использовать материал 3-х сортов. При этом на изготовление единицы изделия вида А расходуется 14 кг первого сорта, 12 кг второго сорта и 8 кг третьего сорта. На изготовление продукции вида В расходуется 8 кг первого сорта, 4 кг второго сорта, 2 кг третьего сорта. На складе фабрики имеется всего материала первого сорта 624 кг, второго сорта 541 кг, третьего сорта 376 кг. От реализации единицы готовой продукции вида А фабрика имеет прибыль вида 7 руб., а от реализации единицы готовой продукции вида В фабрика имеет прибыль вида 3 руб. Определить максимальную прибыль от реализации всей продукции видов А и В.

Задание 3 Составить математическую модель следующей задачи. Имеются три пункта поставки однородного груза А1, А2, А3 и пять пунктов В1, В2, В3, В4, В5 потребления этого груза. На пунктах А1, А2 и А3 находится груз соответственно в количестве 200, 450, 250 тонн. В пункты В1, В2, В3, В4, В5 требуется доставить соответственно 100, 125, 325, 250, 100 тонн груза. Расстояние между пунктами поставки и пунктами потребления приведено в таблице:

Пункты поставки	Пункты потребления				
	В1	В2	В3	В4	В5
А1	5	8	7	10	3
А2	4	2	2	5	6
А3	7	3	5	9	2

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **экзамен**.

Форма проведения зачета: *устно по вопросам*

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

1. Понятие системы. Свойства системы.
 2. Моделирование как метод научного познания.
 3. Аналогия. Связь с понятием «система».
 4. Взаимосвязь эксперимента и модели.
 5. Черный ящик. Основная проблема моделирования.
 6. Общая схема моделирования.
 7. Параметры сложного объекта исследования.
 8. Классификация видов моделирования. Сравнительная характеристика основных способов использования моделей для получения новых знаний.
 9. Виды математического моделирования. Примеры.
 10. Получение случайных чисел с произвольным законом распределения методом обратных функций.
 11. Получение случайных чисел, подчиняющихся экспоненциальному закону.
 12. Особенности аналитического моделирования систем и процессов. Примеры.
 13. Особенности моделирования систем при помощи численных методов.
- Примеры.
14. Примеры использования различных видов моделирования системы. Получение случайных чисел, распределенных по нормальному закону.
 15. Понятие системы массового обслуживания, назначение, общая характеристика, разновидности, примеры. Классификация систем массового обслуживания.
 16. Простейший поток событий и его свойства.

17. Цель и методы моделирования систем массового обслуживания. Основы моделирования систем массового обслуживания. Поток событий. Свойства потоков событий.

18. Уравнения Колмогорова для одноканальной системы массового обслуживания с отказами.

19. Задачи исследования систем массового обслуживания. Имитационное статистическое моделирование систем массового обслуживания.

Экзамен оценивается по четырехбалльной шкале: «отлично» / «хорошо» / «удовлетворительно» / «неудовлетворительно».

Оценка **«отлично»** ставится студенту, ответ которого содержит:

- глубокое знание программного материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой;
- знание концептуально-понятийного аппарата всего курса, а также свидетельствует о способности:
- самостоятельно критически оценивать основные положения курса;
- увязывать теорию с практикой.

Оценка **«отлично»** не ставится в случаях систематических пропусков студентом лабораторных и лекционных занятий по неуважительным причинам, а также неправильных ответов на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка **«хорошо»** ставится студенту, ответ которого свидетельствует о полном знании материала по программе, а также содержит в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.

Оценка **«хорошо»** не ставится в случаях пропусков студентом лабораторных и лекционных занятий по неуважительным причинам.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится студенту, ответ которого содержит:

- поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса;
- затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии курса;
- стремление логически четко построить ответ, а также свидетельствует о возможности последующего обучения.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится студенту, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

7.1. Методические указания к занятиям лекционного типа

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

7.2. Методические указания к занятиям семинарского типа

Практические занятия

На практических занятиях обсуждаются проблемы, поставленные во время лекций. Такие занятия проводятся в форме дискуссий. Как правило, на одном занятии может быть обсуждено 1-2 вопроса. Кроме того, на таких занятиях студенты выполняют практические задания. Основой доклада студента на занятии являются определения (смысл) терминов,

связанных с социальной инженерией. Тема доклада выбирается студентом самостоятельно, исходя из его интересов. Доклад представляется в виде презентации (PowerPoint).

7.3. Методические указания по организации самостоятельной работы

Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях.

При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем.

При ответе на экзамене необходимо: продумать и четко изложить материал; дать определение основных понятий; дать краткое описание явлений; привести примеры. Ответ следует иллюстрировать схемами, рисунками и графиками.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Дубина, И. Н. Основы математического моделирования социально-экономических процессов : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Дубина. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 349 с. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/AE81649F-D411-4FF5-8733-614106E0D831/osnovy-matematicheskogo-modelirovaniya-socialno-ekonomicheskikh-processov>

Дополнительная литература

1. Орел Е. Н. Непрерывные математические модели : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Е. Н. Орел, О. Е. Орел. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 120 с. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/6151B3A6-8B44-4894-AC72-E409D1BD9BC8/nepreryvnye-matematicheskie-modeli>

8.2. Перечень программного обеспечения

1. Операционная система Windows XP, Microsoft Office 2007
2. Программы электронных таблиц Excel
3. Текстовый редактор Word
4. Программа для создания презентаций Power Point
5. Программа распознавания текста FineReader

8.3. Перечень информационных справочных систем

1. СПС Консультант Плюс.

8.4. Электронные библиотечные ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн- <http://elib.rshu.ru/>
2. Информация электронной библиотечной системы <http://znanium.com/>
3. Электронный каталог библиотеки РГГМУ http://lib.rshu.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108
4. Издательство ЮРАЙТ <https://biblio-online.ru/>

8.5. Современные профессиональные базы данных

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
<https://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Федеральная государственная информационная система Национальная электронная библиотека (НЭБ). <https://rusneb.ru/>
3. Мультидисциплинарная реферативная и наукометрическая база данных Scopus компании Elsevier <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic>
4. Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных Web of Science компании Clarivate Analytics
http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=F4DWwm8nvkgneH3Gu7t&preferencesSaved=

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные аудитории оборудованы видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, персональным компьютером с выходом в сеть Интернет; помещения для проведения семинарских и практических занятий оборудованы учебной мебелью; библиотека имеет рабочие места для студентов; компьютерные классы оснащены видеопроекционным оборудованием, средствами звуковоспроизведения, экраном, персональными компьютерами с выходом в сеть Интернет.

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.