

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

У Т В Е Р Ж Д А Ю

Проректор по УМР и К

Бамбаева Н.Я.

« ____ » _____ 2011г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине	<i>Б 2.1-Прикладная математика</i>	
	<i>шифр и название дисциплины</i>	
Направление подготовки	<i>190700 ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ</i>	
Квалификация (степень)	<i>БАКАЛАВР</i>	
Профиль подготовки	<i>Организация перевозок и управление на воздушном транспорте</i>	
Факультет	<i>ФПМВТ</i>	
Кафедра	<i>Высшей математики</i>	
Курс обучения	<i>1</i>	
Форма обучения	<i>очная</i>	
Общий объем учебных часов на дисциплину	<i>216</i>	<i>час. 6 з.е.</i>
Семестр	<i>2</i>	<i>сем.</i>
Объем аудиторной нагрузки	<i>90</i>	<i>час.</i>
Лекции	<i>42</i>	<i>час.</i>
Практические занятия	<i>40</i>	<i>час.</i>
Лабораторные работы	<i>8</i>	<i>час.</i>
Курсовой проект	<i>-</i>	
Зачет	<i>-</i>	<i>сем.</i>
Экзамен	<i>1</i>	
Объем самостоятельной работы студента	<i>126</i>	<i>час.</i>

Москва – 2011г.

Рабочая программа составлена на основании Примерной учебной программы дисциплины **Прикладная математика** и в соответствии требованиями ФГОС ВПО, утвержденного приказом Министра образования и науки Российской Федерации от 22 декабря 2009г. № 803 по направлению подготовки *190700 ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ*, квалификация (степень) - Бакалавр.

Рецензент:

Рабочую программу составили:

Зав. каф. ВМ, д.т.н, профессор

Самохин А.В.

(должность, степень, звание)

подпись

(Фамилия,
инициалы)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:

Протокол № _____ от « ____ » _____ 2011 г.

Зав. кафедрой д.т.н., проф.

Самохин А.В.

(должность, степень,
звание)

подпись

(Фамилия, инициалы)

Рабочая программа одобрена методическим советом специальности
190701 Организация перевозок и управление на транспорте
(воздушный транспорт)

(шифр, наименование)

Протокол № _____ от « ____ » _____ 2011 г.

от « ____ » _____ 2011 г.

Председатель

методического совета

Вороницына Г.С.

Декан ФМОК, к.э.н., доц.

(должность, степень,
звание)

подпись

(Фамилия, инициалы)

Рабочая программа согласована с Учебно-методическим управлением (УМУ)

Начальник УМУ, к.э.н., доц.

Борзова А.С.

(должность, степень, звание)

подпись

(Фамилия, инициалы)

1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) **Прикладная математика** является формирование личности студентов, обучение применению современного программного обеспечения, применению и исследованию моделей объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа и подготовки решений во всех сферах организации перевозок в авиатранспортной отрасли.

Дисциплина является одной из важнейших теоретических и прикладных дисциплин, определяющих уровень профессиональной подготовки современного инженера.

Цель преподавания дисциплины состоит в том, чтобы, используя теорию и методы научного познания овладеть основными понятиями и методами разработки и расчета вариантов решения проблемы, расчета экономической эффективности, необходимыми для решения задач в области авиаперевозок; обучить студентов математическим методам принятия решений, необходимым при решении задач оптимизации, математическим методам организации транспортного процесса, в частности - при планировании и управлении процессами перевозок и организации авиаперевозок.

Преподавание дисциплины состоит в том, чтобы на примерах математических понятий и методов продемонстрировать специфику математики и её роль как способ познания мира, общности её понятий и представлений в решении возникающих проблем. При этом студенты обучаются:

- сбору и анализу исходных данных; подготовке исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа;
- проведению экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов;
- составлению отчета по выполненному заданию, участию во внедрении результатов исследований и разработок.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина **Прикладная математика** относится к учебным дисциплинам базовой части профессионального цикла основной образовательной программы (далее — ООП) направления подготовки *190700 ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ*, квалификация (степень) – бакалавр.

Для успешного освоения данной дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными в рамках дисциплины **Математика**

Приобретенные в результате изучения дисциплины знания, умения и навыки используются в прикладных естественнонаучных и инженерных дисциплинах, модулях и практиках ООП: «Теория транспортных процессов и систем», «Моделирование транспортных процессов», «Транспортная логистика», «Организационно-производственные структуры транспорта».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Выпускник должен обладать следующими компетенциями: использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10);

готов к применению методик проведения исследований, разработки проектов и программ, проведения необходимых мероприятий, связанных с управлением и организацией перевозок, обеспечением безопасности движения на транспорте, а также выполнением работ по техническому регулированию на транспорте (ПК-23);

способен: к анализу существующих и разработке моделей перспективных логистических процессов транспортных предприятий; к выполнению оптимизационных расчетов основных логистических процессов (ПК-26).

В результате освоения программы студент должен:

знать: принципы логического и алгоритмического мышления, основные методы математического моделирования;

уметь: самостоятельно расширять математические знания и проводить математический анализ прикладных (инженерных) задач, реализовать на ЭВМ основные численные методы математики;

владеть: основными методами исследования и решения математических задач, навыками систематической работы; навыками использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности с использованием современных вычислительных машин.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля) Математика

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семес тр	Неделя семестр а	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Л	ПР	Лаб	СРС	
1.	РАЗДЕЛ. 1. ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ	2	1-2	6	6		6	
2.	Тема 1.1. Постановка задачи. Существование решения	2	1	2	2		2	
3.	Тема 1.2. Симплекс-метод	2	1	2	2		2	
4.	Тема 1.3. Двойственные задачи. Транспортная задача	2	2	2	2		2	Выдача КДЗ-1
5.	РАЗДЕЛ. 2. МЕТОДЫ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИ	2	3-5	6	6	4	18	
6.	Тема 2.1. Оптимизация без ограничений. Градиентный спуск.	2	3	2	2		4	
7.	Тема 2.2. Оптимизация при наличии ограничений. Общие принципы оптимизации	2	4	2	2		4	
8.	Тема 2.3. Многокритериальная оптимизация. Расплывчатые	2	5	2	2	4	10	Защита лабораторной работы №1

	цели.							
9.	РАЗДЕЛ. 3. ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ ДИСКРЕТНОГО ТИПА	2	6-7	6	4		24	
10.	Тема 3.1. Целочисленное программирование	2	6	2			10	Сдача КДЗ-1
11.	Тема 3.2. Оптимизация на графах. Задача коммивояжера	2	6	2	2		2	
12.	Тема 3.3. Задача о кратчайшем пути	2	7	2	2		12	Рубежный контроль знаний №1
13.	РАЗДЕЛ. 4. ТЕОРИЯ ИГР	2	8	2	2		4	
14.	Тема 4.1. Матричные игры, сведение к задаче линейного программирования	2	8	2	2		4	Выдача КДЗ-2
15.	РАЗДЕЛ. 5. СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	2	9-10	6	6		12	
16.	Тема 5.1. Простейшие потоки. Уравнения Эрланга. Системы с отказами	2	9	2	2		4	
17.	Тема 5.2. Системы с очередями. Стационарные режимы	2	10	2	2		4	
18.	Тема 5.3. Моделирование СМО с нестационарными потоками.	2	10	2	2		4	
19.	РАЗДЕЛ. 6. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	2	11-12	4	4		22	
20.	Тема 6.1. Динамические	2	11	2	2		8	Сдача КДЗ-2

	системы и конкурентные модели							
21.	Тема 6.2. Модели экономических процессов	2	12	2	2		14	Рубежный контроль знаний №2
22.	РАЗДЕЛ. 7. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТЕЙ	2	13	10	10	4	24	
23.	Тема 7.1. Парные и множественные корреляции. Нелинейные регрессии	2	13	2	2		4	Выдача КДЗ-3
24.	Тема 7.2. Факторный анализ	2	14	2	2		4	
25.	Тема 7.3 Планирование эксперимента	2	15	2	2		4	
26.	Тема 7.4. Принципы распознавания образов	2	15	2	2		4	
27.	Тема 7.5. Прогнозирование временных рядов	2	16	2	2	4	8	Защита лабораторной работы №2
28.	РАЗДЕЛ. 8. СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ	1	17	2	2		4	Сдача КДЗ-3
29.	Тема 8.1. Типы случайных процессов. Автокорреляции. Спектральное разложение	1	17	2	2		4	
30.	Подготовка к экзамену						12	Форма промежуточной аттестации -экзамен
	ИТОГО			42	40	8	126	

Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них профессиональных и общекультурных компетенций

Разделы дисциплины, темы (наименования)	Количество часов	Компетенции			
		ОК - 10	ПК -23	ПК - 26	Σ общее количество компетенций
РАЗДЕЛ. 1. ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ	18	+	+	+	3
Тема 1.1. Постановка задачи. Существование решения	6	+			1
Тема 1.2. Симплекс-метод	6		+		1
Тема 1.3. Двойственные задачи. Транспортная задача	6		+	+	2
РАЗДЕЛ. 2. МЕТОДЫ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	34	+			3
Тема 2.1. Оптимизация без ограничений. Градиентный спуск.	8		+	+	2
Тема 2.2. Оптимизация при наличии ограничений. Общие принципы оптимизации	8	+	+	+	3
Тема 2.3. Многокритериальная оптимизация. Расплывчатые цели.	18	+		+	2
РАЗДЕЛ. 3. ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ ДИСКРЕТНОГО ТИПА	34	+			1
Тема 3.1. Целочисленное	12	+		+	2

программирование					
Тема 3.2. Оптимизация на графах. Задача коммивояжера	6	+	+	+	3
Тема 3.3. Задача о кратчайшем пути	16	+	+	+	3
РАЗДЕЛ. 4. ТЕОРИЯ ИГР	8	+	+		2
Тема 4.1. Матричные игры, сведение к задаче линейного программирования	8	+	+		2
РАЗДЕЛ. 5. СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	24	+	+	+	3
Тема 5.1. Простейшие потоки. Уравнения Эрланга. Системы с отказами	8	+	+		2
Тема 5.2. Системы с очередями. Стационарные режимы	8	\	+		1
Тема 5.3. Моделирование СМО с нестационарными потоками.	8	+	+	+	1
РАЗДЕЛ. 6. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	30	+	+	+	3
Тема 6.1. Динамические системы и конкурентные модели	12	+		+	2
Тема 6.2. Модели экономических процессов	18		+	+	2
РАЗДЕЛ. 7. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТЕЙ	48	+	+	+	3
Тема 7.1. Парные и множественные корреляции. Нелинейные регрессии	8	+	+	+	3
Тема 7.2. Факторный анализ	8	+	+	+	3
Тема 7.3 Планирование эксперимента	8	+	+		2
Тема 7.4. Принципы распознавания	8	+	+		2

образов					
Тема 7.5. Прогнозирование временных рядов	16	+	+	+	3
РАЗДЕЛ 8. СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ	8	+	+	+	3
Тема 8.1. Типы случайных процессов. Автокорреляции. Спектральное разложение	8	+	+	+	3
Подготовка к экзамену	12				
ИТОГО	216				

Содержание дисциплины

РАЗДЕЛ 1. Линейное программирование

Лекция 1.1. Постановка задачи. Существование решения.
Геометрическая интерпретация решения. Классическая форма записи задачи линейного программирования (ЛП). Базис опорного плана. Базисные переменные, [1,2,5,7].

Лекция 1.2. Симплекс-метод. Идея симплекс-метода. Формулы и условия перехода. Признаки прекращения счета. Табличный симплекс-метод. Формирование опорного базисного решения. Симплекс-таблица. Пересчет элементов таблицы. Отыскание решения, [1,2,5,7].

Лекция 1.3. Двойственные задачи. Транспортная задача. Структура и свойства двойственной задачи. Транспортная задача ЛП. Опорные планы транспортной задачи. Методы нахождения опорных планов. Решение транспортной задачи. Метод потенциалов, [1,2,5,7].

РАЗДЕЛ 2. Методы нелинейного программирования

Лекция 2.1. Оптимизация без ограничений. Градиентный спуск. Постановка задачи нелинейного программирования. Оптимизация без ограничений (классические методы поиска экстремума функции одной и нескольких переменных; градиентные методы поиска экстремума), [1,2,5].

Лекция 2.2. Оптимизация при наличии ограничений. Общие принципы оптимизации. Оптимизация при наличии ограничений (общая теория оптимизации при ограничениях типа равенств и типа неравенств), [1,2,5].

Лекция 2.3. Многокритериальная оптимизация. Расплывчатые цели. Динамические модели. Метод динамического программирования. Принцип оптимальности. Функциональные уравнения Беллмана и метод их решения [1,2,5,7].

РАЗДЕЛ 3. Оптимизационные задачи дискретного типа

Лекция 3.1. Целочисленное программирование [1,2,5,6].

Лекция 3.2. Оптимизация на графах. Задача коммивояжера [1,2,5,6].

Лекция 3.3. Задача о кратчайшем пути, [1,2,5,7].

РАЗДЕЛ 4. Теория игр

Лекция 4.1. Матричные игры, сведение к задаче линейного программирования. Предмет и задачи теории игр. Стратегические

конечные матричные игры двух лиц с нулевой суммой. Преобразование матричных игр. Игры с седловой точкой. Понятие чистых стратегий. Игры без седловой точки. Понятие смешанных стратегий. Метод решения конечных матричных игр с помощью линейного программирования [1,2,5,6].

РАЗДЕЛ 5. Системы массового обслуживания

Лекция 5.1. Простейшие потоки. Уравнения Эрланга. Системы с отказами, Марковские случайные процессы. Цепи Маркова. Уравнения Маркова для вероятностей состояний цепи. Однородные цепи Маркова. Матрица перехода. Граф состояний. Уравнение Маркова для однородных цепей. Эргодичность. СМО с отказами. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима, [1,2,5,7].

Лекция 5.2. Системы с очередями. Стационарные режимы. СМО с неограниченной очередью. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима. СМО с ограниченной очередью. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима, [1,2,5,7].

Лекция 5.3. Моделирование СМО с нестационарными потоками., [1,4]

РАЗДЕЛ 6. Имитационное моделирование

Лекция 6.1 Динамические системы и конкурентные модели. Модель популяции по Мальтусу. Модель популяции по Ферхюльсту-Пирлу. Модель межвидового соперничества популяций. Модель хищник – жертва Лотка-Вольтерра., [1,6].

Лекция 6.2. Модели экономических процессов. Модель экономического роста, [1,6]

РАЗДЕЛ 7. Статистические методы исследования зависимостей

Лекция 7.1 Парные и множественные корреляции. Нелинейные регрессии. Временные ряды. Стационарные ряды. Белый шум., [3,6].

Лекция 7.2. Факторный анализ. Однофакторный дисперсионный анализ., [3,6].

Лекция 7.3 Планирование эксперимента., [3,6].

Лекция 7.4 Принципы распознавания образов., [3,6].

Лекция 7.5 Прогнозирование временных рядов Детерминированные временные ряды. Виды трендов Качество регрессионной модели. Сопоставление моделей через остаточную дисперсию. Критерий Фишера. Модели авторегрессии Критерии случайности. Критерий Кэндела Метод

поворотных точек Прогнозирование с учетом тренда и авторегрессии., [3,6].

РАЗДЕЛ 8. Случайные процессы

Лекция 8.1 Типы случайных процессов. Автокорреляции. Спектральное разложение Автокорреляции и автоковариация Эргодические временные ряды. Определение автокорреляции по одной реализации. ., [3,6].

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И ИХ ОБЪЕМ В ЧАСАХ

№ п/п	Тема	Объем в часах
1.	Геометрическое решение задачи линейного программирования	2
2.	Симплекс-метод	2
3.	Двойственные задачи. Транспортная задача	2
4.	Градиентный спуск. Поиск экстремума	2
5.	Условный экстремум	2
6.	Двукритериальные задачи	2
7.	Целочисленное программирование	2
8.	Задача коммивояжера	2
9.	Задача о кратчайшем пути.	2
10.	Матричные игры	2
11.	Системы массового обслуживания с отказами. Стационарные режимы	2
12.	Системы с очередями.	2
13.	Динамические системы и конкурентные модели	2
14.	Модели экономических процессов	2
15.	Парные и множественные корреляции. Нелинейные регрессии	2
16.	Факторный анализ	2
17.	Планирование эксперимента	2
18.	Принципы распознавания образов	2
19.	Прогнозирование временных рядов	2
20.	Случайные процессы. Автокорреляции. Спектральное разложение	2

Рекомендуемая литература для практических занятий: [2,4,6]

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ИХ ОБЪЕМ В ЧАСАХ

№ п/п	Тема	Объем в часах
1	Задачи линейного и нелинейного программирования с помощью пакета Maple в компьютерном классе	4
2	Статистические методы исследования зависимостей: обработка статистических данных с помощью пакета Maple в компьютерном классе.	4

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Прикладная математика» используются как классические формы и методы обучения (лекции, практические занятия и лабораторные работы), так и активные методы обучения (компьютерные интерактивные задания в процессе выполнения лабораторных работ, индивидуальные задания на обработку реальной статистики и др.). Применение любой формы обучения предполагает также использование новейших IT-обучающих технологий.

При проведении лекционных занятий по дисциплине «Прикладная математика» преподаватель использует аудиовизуальные, компьютерные и мультимедийные средства обучения Университета, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные (в том числе раздаточные) материалы.

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся с использованием компьютерного оборудования Университета; контрольные домашние задания предполагают использование индивидуальных компьютеров, при необходимости — с привлечением Интернет-ресурсов.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тематика рубежного контроля знаний и соответствующих индивидуальных контрольных домашних заданий

РКЗ/КДЗ №1

1. Постановка задачи линейного программирования (ЛП). Геометрическая интерпретация решения. Классическая форма записи задачи линейного программирования (ЛП). Базис опорного плана. Базисные переменные.

2. Симплекс-метод. Идея симплекс-метода. Формулы и условия перехода. Признаки прекращения счета. Табличный симплекс-метод. Формирование опорного базисного решения. Симплекс-таблица. Пересчет элементов таблицы. Отыскание решения.
3. Двойственная задача ЛП. Структура и свойства двойственной задачи. Транспортная задача ЛП.
4. Опорные планы транспортной задачи. Методы нахождения опорных планов. Решение транспортной задачи. Метод потенциалов.
5. Постановка задачи нелинейного программирования. Оптимизация без ограничений (классические методы поиска экстремума функции одной и нескольких переменных; градиентные методы поиска экстремума).
6. Оптимизация при наличии ограничений (общая теория оптимизации при ограничениях типа равенств и типа неравенств).
7. Задача коммивояжера.
8. Задача о кратчайшем пути.

Образцы заданий КДЗ-1

Линейное программирование.

Образец задания.

1. Геометрическая интерпретация задача линейного программирования (ЗЛП)

Решить ЗЛП графически или убедиться в их неразрешимости.

$$f = x_1 + x_2 \rightarrow \max,$$

$$x_1, x_2 \geq 0,$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 1 \\ x_1 - x_2 \leq 1 \end{cases}$$

Используя метод исключения неизвестных и графический способ, найти решения ЗЛП

$$f = 8x_1 - 2x_2 - 3x_3 \rightarrow \max,$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0,$$

$$\begin{cases} -x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 4 \\ 7x_1 - 2x_3 \leq 16 \\ 2x_1 - x_2 - x_3 = 2 \end{cases}$$

2. Алгоритм симплекс-метода.

Решить ЗЛП, рассматривая в качестве начального базисного решения приведенное в условии

$$f = x_1 - 2x_2 + x_3 \rightarrow \max,$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0,$$

$$X_0 = (1, 1, 0)$$

$$\begin{cases} x_1 + 4x_2 + x_3 = 5 \\ x_1 - 2x_2 - x_3 = -1 \end{cases}$$

Решить следующие ЗЛП, предварительно преобразовав их к канонической форме.

$$f = x_1 + 2x_2 - 4x_3 \rightarrow \max,$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0,$$

$$\begin{cases} x_1 - x_2 - x_3 + x_4 \leq 1 \\ 2x_1 - x_2 + x_3 \leq 3 \\ -x_1 + 3x_2 - 2x_3 - x_4 \leq 2 \end{cases}$$

4. Матричная транспортная задача

В области имеются два цементных завода и три потребителя их продукции -домостроительных комбината. В таблице указаны суточные объемы производства цемента, суточные потребности в нем комбинатов и стоимость перевозки 1 т цемента от каждого завода к каждому комбинату.

Заводы	Производство цемента (т/сут)	Стоимость перевозки 1 т цемента (ед.)		
		Комбинат 1	Комбинат 2	Комбинат 3
1	40	10	15	25
2	60	20	30	30
	Потребности в цементе (т/сут)	50	20	30

Требуется составить план суточных перевозок цемента с целью минимизации транспортных расходов.

Нелинейное программирование.

Образец задания.

1. Экстремум без ограничений.

- Задание 1 Найти экстремум функции.
- Задание 2 Локализовать экстремум функции

$f(x, y) = ax + by + e^{cx^2 + dy^2}$ и, при помощи градиентного спуска найти его.

- Пример варианта заданий

1. 1.0 $u = x^3 y^2 (7 - x - 3y)$.
2. 2.0 $a = 1, b = -1.4, c = 0 - 01, d = 0, 11$.

2. Экстремум при ограничениях.

Вариант # n

Найти минимум и максимум $(x^2 + \sin(x - 1 + 0.1 n y)) e^{-1. n x^2 - 2 y^2}$
при условии $(x - 0. n)^2 + y^2 = (1. n)^2$ для нечетного n
 $(1 - 0. n)(x - 0. n)^2 + y^2 = 1$ для четного

Целочисленное программирование

Образец задания.

По заданной матрице попарных расстояний между точками

- Решить задачу коммивояжера.
- Найти кратчайший путь между двумя заданными точками.

РКЗ/КДЗ №2

1. Марковские случайные процессы. Цепи Маркова. Уравнения Маркова для вероятностей состояний цепи. Однородные цепи Маркова. Матрица перехода. Граф состояний. Уравнение Маркова для однородных цепей. Эргодичность.
2. Структура СМО. Простейший поток и его свойства. Характеристики СМО.
3. СМО с отказами. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима
4. СМО с неограниченной очередью. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима
5. СМО с ограниченной очередью. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима
6. Динамические модели. Метод динамического программирования. Принцип оптимальности. Функциональные уравнения Беллмана и метод их решения.
7. Предмет и задачи теории игр. Стратегические конечные матричные игры двух лиц с нулевой суммой. Преобразование матричных игр. Игры с седловой точкой. Понятие чистых стратегий.
8. Игры без седловой точки. Понятие смешанных стратегий. Метод решения конечных матричных игр с помощью линейного программирования
9. Модель популяции по Мальтусу
10. Модель популяции по Ферхюльсту-Пирлу

11. Модель межвидового соперничества популяций
12. Модель хищник – жертва Лотка-Вольтерра
13. Модель экономического роста

Образцы заданий КДЗ-2

Системы Массового обслуживания Образец задания.

Задача 1

Автозаправочная станция представляет собой СМО с одним каналом обслуживания и одной колонкой. Площадка при АЗС допускает пребывание в очереди на заправку не более трех автомобилей одновременно. Если в очереди уже находится три автомобиля, очередной автомобиль, прибывший к станции, в очередь не становится, а проезжает мимо. Поток автомобилей, прибывающих для заправки, имеет интенсивность $\lambda = 0,7$ автомобиля в минуту. Процесс заправки продолжается в среднем 1,25 мин. Все потоки простейшие. Определите вероятностные характеристики СМО в стационарном режиме. Привести график численного решения уравнений Эрланга в случае, если $\lambda(t) = 0.7(1.1 + \cos(t))$.

Задача 2

На железнодорожную сортировочную горку прибывают составы с интенсивностью $\lambda = 2$ состава в час. Среднее время, в течение которого горка обслуживает состав, равно 0,4 час. Составы, прибывающие в момент, когда горка занята, становятся в очередь и ожидают в парке прибытия, где имеется три запасных пути, на каждом из которых может ожидать один состав. Состав, прибывший в момент, когда все три запасных пути в парке прибытия заняты, становится в очередь на внешний путь. Все потоки событий простейшие. При установившемся режиме найдите: среднее число составов, ожидающих в очереди (как в парке прибытия, так и вне его); среднее время ожидания в парке прибытия и на внешних путях; среднее время ожидания состава в системе обслуживания; вероятность того, что прибывший состав займет место на внешних путях.

Имитационное моделирование.

Образец задания.

Используя первое приближение динамической системы

$$\begin{cases} \frac{d}{dt}x = (1-qx)x - (1-q)xy \\ \frac{d}{dt}y = p(x-1)y \end{cases}$$

описывающей конкурентную рыночную среду, исследовать на устойчивость все точки покоя и нарисовать фазовый портрет с использованием программы Maple. (Коэффициенты p, q выдаются индивидуально каждому студенту).

Вопросы к экзамену (РКЗ/КДЗ №3)

1. Постановка задачи линейного программирования (ЛП). Геометрическая интерпретация решения. Классическая форма записи задачи линейного программирования (ЛП). Базис опорного плана. Базисные переменные.
2. Симплекс-метод. Идея симплекс-метода. Формулы и условия перехода. Признаки прекращения счета. Табличный симплекс-метод. Формирование опорного базисного решения. Симплекс-таблица. Пересчет элементов таблицы. Отыскание решения.
3. Двойственная задача ЛП. Структура и свойства двойственной задачи. Транспортная задача ЛП.
4. Опорные планы транспортной задачи. Методы нахождения опорных планов. Решение транспортной задачи. Метод потенциалов.
5. Постановка задачи нелинейного программирования. Оптимизация без ограничений (классические методы поиска экстремума функции одной и нескольких переменных; градиентные методы поиска экстремума).
6. Оптимизация при наличии ограничений (общая теория оптимизации при ограничениях типа равенств и типа неравенств).
7. Задача о кратчайшем пути.
8. Задача коммивояжера
9. Марковские случайные процессы. Цепи Маркова. Уравнения Маркова для вероятностей состояний цепи. Однородные цепи Маркова. Матрица перехода. Граф состояний. Уравнение Маркова для однородных цепей. Эргодичность.
10. Структура СМО. Простейший поток и его свойства. Характеристики СМО.
11. СМО с отказами. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима

12. СМО с неограниченной очередью. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима
13. СМО с ограниченной очередью. Уравнения Колмогорова и основные характеристики установившегося режима
14. Динамические модели. Метод динамического программирования. Принцип оптимальности. Функциональные уравнения Беллмана и метод их решения.
15. Предмет и задачи теории игр. Стратегические конечные матричные игры двух лиц с нулевой суммой. Преобразование матричных игр. Игры с седловой точкой. Понятие чистых стратегий.
16. Игры без седловой точки. Понятие смешанных стратегий. Метод решения конечных матричных игр с помощью линейного программирования
17. Модель популяции по Мальтусу
18. Модель популяции по Ферхюльсту-Пирлу
19. Модель межвидового соперничества популяций
20. Модель «хищник – жертва» Лотка-Вольтерра
21. Модель экономического роста
22. Временные ряды. Стационарные ряды. Белый шум. Автокорреляции и автоковариация
23. Детерминированные временные ряды. Виды трендов.
24. Разделение трендов и шума методами регрессионного анализа
25. Качество регрессионной модели. Сопоставление моделей через остаточную дисперсию. Критерий Фишера
26. Однофакторный дисперсионный анализ
27. Принципы распознавания образа
28. Модель авторегрессии, Марковский процесс
29. Модель авторегрессии, процесс Юла
30. Критерии случайности. Метод поворотных точек
31. Критерии случайности. Критерий Кэндела
32. Прогнозирование с учетом тренда и авторегрессии
33. Эргодические временные ряды. Определение автокорреляции по одной реализации.

Образцы заданий КДЗ-3

Анализ данных

Проверить значимость фактора по трем группам

$A :=$
[37.00, 43.00, 37.00, 37.00, 41.00, 39.00, 39.00, 45.00, 32.00,
42.00]

$B := [51.00 46.00 54.00 51.00 45.00 49.00 49.00]$

$C := [59.00 59.00 58.00 63.00 57.00]$

Найти уравнение линейной регрессии и остаточную дисперсию для выборки (X, Y)

$X_1 := -3.56 \quad Y_1 := -4.95$

$X_2 := 1.63 \quad Y_2 := 9.41$

$X_3 := 3.43 \quad Y_3 := 10.47$

$X_4 := 3.83 \quad Y_4 := 17.51$

$X_5 := 4.10 \quad Y_5 := 16.22$

$X_6 := 1.58 \quad Y_6 := 5.53$

$X_7 := 0.02 \quad Y_7 := 6.60$

$X_8 := -0.76 \quad Y_8 := -5.14$

$X_9 := 3.92 \quad Y_9 := 22.29$

$X_{10} := -3.87 \quad Y_{10} := -23.10$

Прогнозирование временных рядов

Образец выполнения прогноза по выборке объема 200 с помощью программы Maple

> *restart; with(Statistics) : with(plots) :*

Вводим X и Y, содержащих значения независимой x и зависимой y переменных.

Имя файла (в выделенном пути) выбирается по последней цифре зачетки

> *N := 200; X := [seq(1..N)]; convert(X, Vector_row)*

> *Y := readdata("G:/OP/0", 1)*

> *ScatterPlot(X, Y);*

> *P := ScatterPlot(X, Y);*

Подбираем тренд

> *PolynomialFit(3, X, Y, x, output = [residualsumofsquares]);*

> *PolynomialFit(3, X, Y, x)*

> *S := plot(%, x = 0..200); plots[display](P, S)*

> *y := Vector(200);*

> **Расчет отклонений от тренда**

```
> for i from 1 by 1 to 200 do y[i]:=Y[i]-
(38.6216032895871210+2.94888304449808202*X[i]-
0.233668075761351534e-1*X[i]^2+0.595847204221020644e-
4*X[i]^3); od:
> convert(y, Vector_row)
```

> Расчет автокорреляций на один и два шага назад

```
> m := Mean(y); s := StandardDeviation(y)
> i := 'i'; ρ1 := 0: for i from 1 by 1 to 199 do ρ1 := ρ1 + (yi - m)
· (yi+1 - m) od: ρ1 :=  $\frac{1}{199 \cdot s^2} \rho_1$ 
> ρ2 := 0: for i from 1 by 1 to 198 do ρ2 := ρ2 + yi · yi+2 od: ρ2
:=  $\frac{1}{198 \cdot s^2} \rho_2$ 
```

> Расчет модели автокорреляции AP(2)

```
> fsolve({ρ1 + α1 + α2ρ1 = 0, ρ2 + α1ρ1 + α2 = 0});
> assign(α1 = -0.1738686864, α2 = -0.0999934652);
```

> Сглаженный прогноз, начиная с двух значений

```
> V := Vector(200)
> V1 := Y1; V2 := Y2; for i from 3 by 1 to 200 do Vi
:= evalf(38.6216032895871210+ 2.94888304449808202X[i]
-0.233668075761351534e-1X[i]^2 + 0.595847204221020644e-4
*X[i]^3 + α1yi-1 + α2yi-2) od:
```

> Прогноз вперед на шаг

```
> i := 201; Prognoz201 := evalf(38.6216032895871210
+ 2.94888304449808202i - 0.233668075761351534e-1i^2
+ 0.595847204221020644e-4i^3 + α1yi-1 + α2yi-2)
```

> Модель авторегрессии на фоне облака данных

```
> convert(V, Vector_row);
> Q := ScatterPlot(X, V, color = green)
> plots[display](P, Q, S)
>
```

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

студентов по дисциплине «Прикладная математика» способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки исследовательской работы по проблемам естественнонаучных и инженерных дисциплин, ориентирует студента на умение применять полученные теоретические знания на практике и проводится в следующих видах:

- Проработка лекционного материала

- Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ
- Подготовка к практическим работам
- Выполнение индивидуальных контрольных домашних заданий
- Подготовка к экзамену

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) Математика

а) основная литература:

1. Николай Микулик, Галина Лебедев. Прикладная математика. Математические модели в транспортных системах. -Издательство: Асар. 2009 г.
2. Плотников А.Д. Математическое программирование: Экспресс-курс. -Издательство: Новое знание. 2006 г.
3. Юзбашев М.М., Афанасьев В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование. Учебник. 2-е изд., перераб. и доп. Гриф УМО МО РФ. -Издательства: Финансы и статистика, Инфра-М. 2010 г.
4. Лучшие программы для ученого и инженера. -Издательство: Медиа-Сервис 2008 г.

б) дополнительная литература:

5. Владимир Круглов, Максим Дли, Алексей Юденков. Математическое программирование в экономике. -Издательство: Финансы и статистика. 2010 г.
6. Кружилов С.И., Невежин В.П. Сборник задач по курсу "Экономико-математическое моделирование": Учебное пособие для вузов. -Издательство: ИД Городец. 2005 г.
7. Константин Балдин, Н. Брызгалов, Андрей Рукосуев. Математическое программирование. -Издательство: Дашков и Ко. 2009 г.
8. А.С. Шапкин. Задачи с решениями по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике, математическому программированию. –М: Дашков и Ко, 2007 г.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Компьютерный класс на 12-15 рабочих мест.

9. **Средства обеспечения освоения дисциплины:** Компьютерные программы: Maple, MathCad и др.