

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра математического анализа

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета

Нестеров П.Н.

20 мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
Математические методы в логистике

Направление подготовки (специальности)
02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль)
«Компьютерная математика»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от 21.04.2025, протокол № 10

Программа одобрена НМК
математического факультета
протокол № 9 от 05.05.2025

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

1. фундаментальная подготовка в теории математических методов в логистике;
2. овладение методами решения основных типов задач в этой области.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "Математические методы в логистике" относится к обязательной части образовательной программы и является элективной дисциплиной. Данная дисциплина входит в раздел «Дополнительные главы фундаментальных дисциплин направления».

Для успешного изучения этой дисциплины необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин - математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

| Формируемая компетенция (код и формулировка) | Индикатор достижения Компетенции (код и формулировка) | Перечень планируемых результатов обучения |
|---|--|--|
| Общепрофессиональные компетенции | | |
| ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики | И-ОПК-1.1 Обладает фундаментальными знаниями и практическим опытом в формулировке и решении актуальных и значимых проблем прикладной и компьютерной математики | Знать: постановки основных задач математической логистики. Уметь: применять основные алгоритмы решения задач математической логистики в своей профессиональной деятельности. Владеть навыками: применения математических методов для решения типовых прикладных задач. |

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетные единицы, **72** акад. часов.

| № п/п | Темы (разделы) дисциплины, их содержание | Семестр | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах) | | Формы текущего контроля успеваемости |
|-------|--|---------|---|--|--------------------------------------|
| | | | Контактная работа | | |

| | | | лекции | практические | лабораторные | консультации | аттестационные испытания | самостоятельная работа | Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|---|--|---|-----------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|---------------------------|--|
| 1 | Факторы производства и затраты. Классификация затрат. Эффект масштаба. Задачи размещения производства. Метод взвешивания. Метод размещения с учетом полных затрат. Гравитационный метод. Метод калькуляции затрат. | 2 | 4 | 4 | | 1 | | 7 | |
| 2 | Размещение объектов сервиса. Эвристический метод Ардолана. Задача определения кратчайшего пути. Метод присвоения меток. Задача о кратчайшем пути между двумя пунктами. Метод двойных ребер. | 2 | 3 | 3 | | | | 7 | |
| 3 | Построение коммуникационной сети минимальной длины. Задача определения максимального потока. Источник, сток, мощность дуги. Алгоритм решения. Задача единого среднего. Задача охвата. | 2 | 3 | 3 | | 1 | | 7 | |
| 4 | Задача коммивояжера. Метод ветвей и границ. Константы приведения. Транспортная задача. Закрытая модель. Метод северо-западного угла. | 2 | 3 | 3 | | | | 7 | |
| 5 | Метод минимальной стоимости (наименьших затрат) в транспортной задаче. Особый случай при решении транспортной задачи. Нулевая поставка. Распределительный метод решения транспортной задачи. Цикл пересчета. | 2 | 3 | 3 | | 2 | | 6 | |
| | | | | | | | 0,3 | 1,7 | Зачет |
| | Всего | | 16 | 16 | | 4 | 0,3 | 35,7 | |

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Академическая лекция с элементами лекции-беседы – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

Консультации – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTeX;
- Network 15 Mathematica 11 Increment Standard Bundled List Price with Service;
- Network 15 Mathematica 11 Upgrade L3549-7407;
- Adobe Acrobat Reader.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php
- Электронно-библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru>
- Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/>
- База научных статей Mathnet
- База Scopus
- База Web of Sciences

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. В. С. Лубенцова Математические методы и модели в логистике – Самара: СамГТУ, 2008
http://pm.samgtu.ru/sites/pm.samgtu.ru/files/stud/posob/lubentcova_logistics.pdf
2. П. П. Крылатков, М. А. Прилуцкая Управление цепью поставок (SCM): учеб. пособие — Екб: Урал. ун-т, 2018. https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/59184/1/978-5-7996-2269-5_2018.pdf?ysclid=ll6mmn5lus88102533

б) дополнительная литература

1. Николайчук В. Е. Логистический менеджмент - Москва: Дашков и К, 2017.
<https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785394016325.html>
2. В. С. Лукинский Управление запасами в цепях поставок в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для вузов — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
<https://urait.ru/viewer/upravlenie-zapasami-v-cepyah-postavok-v-2-ch-chast-1-512111>
3. В. С. Лукинский Управление запасами в цепях поставок в 2 ч. Часть 2: учебник и практикум для вузов — Москва: Издательство Юрайт, 2023.
<https://urait.ru/viewer/upravlenie-zapasami-v-cepyah-postavok-v-2-ch-chast-2-513085>
4. Просветов Г.И. Математические методы в логистике. Задачи и решение. - М.: Альфа-Пресс, 20012.

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Сайт: <http://htmlbook.ru>

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор(ы) :

Профессор кафедры математического анализа, д.ф.м.н.

Балабаев В.Е.

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Математические методы в логистике»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущей аттестации**

Задания для самостоятельной работы

Задача 1.

На изготовление первой единицы продукции потребовалось Y_1 ч. Уровень обучения $L\%$.
Определить, сколько времени потребуется на изготовление k -ой единицы продукции.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Y_1 | 11 | 19 | 12 | 17 | 9 | 10 | 15 | 8 | 13 | 14 |
| L | 75 | 90 | 95 | 72 | 88 | 92 | 82 | 94 | 71 | 73 |
| k | 3 | 9 | 4 | 8 | 6 | 3 | 9 | 4 | 8 | 6 |

Задача 2.

На изготовление m -ой единицы продукции потребовалось Y_m ч. Уровень обучения $L\%$.
Определить, сколько времени потребуется на изготовление n -ой единицы продукции.

| | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| m | 3 | 9 | 4 | 8 | 6 | 3 | 9 | 4 | 8 | 6 |
| L | 75 | 90 | 95 | 72 | 88 | 92 | 82 | 94 | 71 | 73 |
| n | 7 | 12 | 8 | 11 | 10 | 9 | 13 | 10 | 14 | 13 |
| Y_m | 11 | 19 | 12 | 17 | 9 | 10 | 15 | 8 | 13 | 14 |

Задача 3.

На изготовление m -ой и n -ой единиц продукции потребовалось Y_m мин и Y_n мин соответственно. Определить уровень обучения.

| | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| m | 3 | 9 | 4 | 8 | 6 | 3 | 9 | 4 | 8 | 6 |
| Y_m | 75 | 90 | 95 | 72 | 88 | 92 | 82 | 94 | 71 | 73 |
| n | 7 | 12 | 8 | 11 | 10 | 9 | 13 | 10 | 14 | 13 |
| Y_n | 61 | 79 | 72 | 57 | 69 | 70 | 65 | 78 | 53 | 54 |

Задача 4.

Случайная величина X распределена по показательному закону, ее плотность распределения вероятностей имеет вид

$$\begin{cases} 0, & x < 0, \\ ae^{-ax}, & x \geq 0. \end{cases}$$

Найти математическое ожидание, стандартное отклонение, дисперсию.

| | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| a | 9 | 8 | 6 | 3 | 4 | 7 | 10 | 12 | 14 | 11 |

Задача 5.

Среднее число самолетов, прибывающих в аэропорт за 1 минуту, равно a . Найти вероятность того, что за $t=b$ минут придут:

- а) с самолетов;
- б) не менее трех самолетов.

Поток предполагается простейшим.

| | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 |
| a | 9 | 8 | 5 | 4 | 6 | 7 | 8 | 6 | 4 | 5 |
| b | 4 | 9 | 5 | 6 | 8 | 7 | 5 | 6 | 7 | 2 |
| c | 2 | 7 | 4 | 9 | 5 | 5 | 8 | 6 | 9 | 7 |

Задача 6.

На склад для разгрузки поступает простейший поток грузовиков с интенсивностью λ грузовиков/ч. Разгрузка одного грузовика занимает $t_{обсл}$ мин. Найти показатели эффективности работы этой одноканальной СМО с фиксированным временем обслуживания: среднее число грузовиков на складе, среднее время пребывания грузовика на складе.

| | | | | | | | | | | |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
| λ | 10 | 9 | 7 | 5 | 12 | 15 | 11 | 8 | 4 | 14 |
| $t_{обсл}$ | 5 | 6 | 9 | 10 | 8 | 2 | 5 | 4 | 13 | 3 |

2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

1. Факторы производства и затраты. Классификация затрат. Эффект масштаба. Задачи размещения производства. Метод взвешивания. Метод размещения с учетом полных затрат. Гравитационный метод. Метод калькуляции затрат.
2. Размещение объектов сервиса. Эвристический метод Ардолана. Задача определения кратчайшего пути. Метод присвоения меток. Задача о кратчайшем пути между двумя пунктами. Метод двойных ребер.
3. Построение коммуникационной сети минимальной длины. Задача определения максимального потока. Источник, сток, мощность дуги. Алгоритм решения. Задача единого среднего. Задача охвата.
4. Задача коммивояжера. Метод ветвей и границ. Константы приведения. Транспортная задача. Закрытая модель. Метод северо-западного угла.
5. Метод минимальной стоимости (наименьших затрат) в транспортной задаче. Особый случай при решении транспортной задачи. Нулевая поставка. Распределительный метод решения транспортной задачи. Цикл пересчета.
6. Матрицы оценок в транспортной задаче. Оценка клетки и пустые клетки. Открытая модель. Фиктивный потребитель. Фиктивный поставщик.
7. Задача о назначениях. Венгерский метод. Минимизация целевой функции. Анализ размещения заводов и складов.

3. Правила выставления оценки

Правила выставления оценки на экзамене (в устной форме)

В экзаменационные билет включается два теоретических вопроса и задача. На подготовку к ответу дается 1 астрономический час. По итогам экзамена выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется студенту, который демонстрирует глубокое и полное владение содержанием материала и понятийным аппаратом дисциплины, дает развернутые,

полные и четкие ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, правильно решает задачу

Оценка «хорошо» выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствуют указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора. Необходимым условием является хотя бы частичное решение задачи.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который дает недостаточно полные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, но при этом все же демонстрирует некоторые базовые знания по предмету. При аргументации ответа студент не обосновывает свои суждения. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не демонстрирует знания базовых понятий и результатов, не в состоянии решить задачу, плохо отвечает на дополнительные вопросы, не владеет понятийным материалом дисциплины. Дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора не приводят к коррекции ответов студента. На основную часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы. Кроме того, оценка «Неудовлетворительно» может быть выставлена при незнании каких-то базовых понятий и результатов. Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

Правила выставления оценки на экзамене (в письменной форме)

Студенту предлагается индивидуальный вариант заданий, содержащий 4-6 задач. На выполнение и представление заданий дается не менее 3-х часов. При оценивании выполненных заданий может использоваться следующая система оценок за одно задание:

- + (4 балла) – задание выполнено полностью, без ошибок;
- +. (3 балла) – задание выполнено с незначительной ошибкой или почти полностью;
- +– (2 балла) – задание выполнено с существенной ошибкой или примерно наполовину;
- + (1 балл) – лишь какие-то элементы представленного ответа могут быть оценены положительно.

При таком подходе задания считаются примерно равноценными по трудоемкости.

При проверке работы в каждом задании отмечаются недостатки (в форме, доступной студенту), и тем самым объясняется поставленные баллы за задания. Пусть k – число задач в предложенном варианте (например, $k=5$). Определяется общее число M баллов, набранных студентом. Оценка зависит от величины отношения $r = \frac{M}{N}$, где $N=4k$ – максимальное возможное число баллов за работу. Возможная градация оценок следующая:

- $0.75 \leq r \leq 1$ - оценка «отлично»;
- $0.60 \leq r < 0.75$ - оценка «хорошо»;
- $0.26 \leq r \leq 0.59$ - оценка «удовлетворительно»;
- $0 \leq r \leq 0.25$ - оценка «неудовлетворительно».

Если задания имеют существенно различную трудоемкость (сложность), то их максимальная оценка может быть различной. В этом случае в указанную схему вносятся соответствующие изменения.

За преподавателем имеется право учитывать на экзамене в положительную сторону работу студента в семестре.

Требования для получения зачета

Каждый студент получает индивидуальное задание. Зачет выставляется по результатам собеседования в ходе которого студент сдает задание и отвечает на вопросы.

**Приложение №2 к рабочей программе дисциплины
«Математические методы в логистике»**

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

При изучении курса «**Математические методы в логистике**» от студента требуется ознакомиться с некоторыми задачами и методами их решения. Решение задач является приоритетным направлением. Теоретический материал, относящийся к данной области в настоящее время трудно охватить с достаточной полнотой. Имеет смысл изучить только те разделы рекомендованной литературы, которые непосредственно требуются при решении предлагаемых задач.

Было бы очень полезным использовать возможности, предлагаемые современными системами компьютерной математики. Задачу настоящего курса можно считать решенной, если удалось свести ее к какой либо из стандартных задач, которые можно решить с помощью известных программ (задача отыскания экстремума функции одной или нескольких действительных переменных, задача линейного программирования и т.п.).