

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

Кафедра математического анализа

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета



Нестеров П.Н.

20 июня 2023 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 14 апреля 2023 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК  
математического факультета  
протокол № 9 от 3 мая 2023 г.

### 1. Цели освоения дисциплины

- 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" Данная дисциплина относится к обязательной части образовательной программы и является дисциплиной по выбору. 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
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-1</b> Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук	<b>ИД-ОПК-1-2</b> Способен к интенсивной научно-исследовательской работе	<b>Знать:</b> Постановки основных задач математической логистики. <b>Уметь:</b> Применять основные алгоритмы решения задач математической логистики в своей профессиональной деятельности. <b>Владеть навыками:</b> 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  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа	

			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
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	2	2				6	
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	2	2				6	
3	Построение коммуникационной сети минимальной длины. Задача определения максимального потока. Источник, сток, мощность дуги. Алгоритм решения. Задача единого среднего. Задача охвата.	2	2	2		1		8	
4	Задача коммивояжера. Метод ветвей и границ. Константы приведения. Транспортная задача. Закрытая модель. Метод северо-западного угла.	2	2	2				8	
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	1	1		2		10	
							0,3	12,7	Зачет
	<b>Всего</b>		<b>9</b>	<b>9</b>		<b>3</b>	<b>0,3</b>	<b>50,7</b>	

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционно-образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** даёт первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, истории развития науки и практики, достижения в этой сфере.

**Академическая лекция** (или лекция общего курса) - последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя.

Требования к академической лекции: современный технический уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**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 баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются (или могут использоваться): В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине при формировании материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, при формировании методических материалов по дисциплине используются:

- программы Microsoft Office;

- издательская система LaTeX;

- Adobe Acrobat Reader - система Wolfram Mathematica. (<https://www.wolframcloud.com/>)

Программное обеспечение для создания и демонстрации презентаций, иллюстраций и других учебных материалов:

Microsoft Windows (в составе Microsoft Imagine Premium Electronic Software Delivery).

Microsoft OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc 021-10232 Microsoft Open License №0005279522.

Network 15 Mathematica 11 Increment Standard Bundled List Price with Service.

Network 15 Mathematica 11 Upgrade L3549-7407.

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

- Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

- Электронно-библиотечная система «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>

- Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

- 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. Просветов Г.И. Математические методы в логистике. Задачи и решение.- М.:Альфа-Пресс, 20012.
2. Д.Уотерс. Логистика. Управление цепью поставок.-М.: ЮНИТИ,2003

**б) дополнительная литература**

1. В.А.Козловский, Э.А.Козловская, Н.Г.Савруков. Логический менеджмент.-СПб.: Лань, 2002
2. В.Н.Трояновский. Математическое моделирование в менеджменте.-М.: Издательство РДЛ,2003
3. М.Линдерс, Х.Фирон. Управление снабжением и запасами.Логистика.- СПб.:Виктория плюс,2002

**в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ  
(<http://lib.uniyar.ac.ru/>).
2. Информационная система «Единое окно к образовательным ресурсам»  
(раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке  
<http://window.edu.ru/library>).
3. Электронно – библиотечная система «Университетская библиотека online»  
([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
4. 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.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

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  
текущего контроля успеваемости**

**1. 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:

- с самолетов;
- 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  $\lambda$  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
$\lambda$	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

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

### 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  $r = MN$ , где  $N=4k$  – максимальное возможное число баллов за работу. Возможная градация оценок следующая:

$$0.75 \leq r \leq 1 - \text{оценка «отлично»};$$

$0.60 \leq r < 0.75$  - 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.).

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать учебную литературу, указанную в пункте 8 настоящей программы.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

**1. Международный научно-образовательный сайт EqWorld. Сайт EqWorld** содержит обширную информацию о различных классах обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ), дифференциальных уравнений с частными производными (УрЧП). Интегральных уравнений. Особое внимание уделено уравнениям математической физики и механики. Приведены таблицы точных решений, описаны методы решения уравнений. Содержит учебную физико-математическую библиотеку, в которую авторы могут добавлять свои книги и диссертации, а также форум для вопросов и дискуссий.

EqWorld работает на русском и английском языках и предназначен для широкого круга ученых, преподавателей вузов, инженеров, аспирантов и студентов в различных областях математики, механики, физики, химии, биологии и инженерных наук. Все ресурсы сайта являются бесплатными для его пользователей.

Адреса сайта в Интернете: <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm> (рус).  
<http://eqworld.ipmnet.ru> (англ.)

**2. Электронная-библиотечная система «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))** - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной и художественной литературе ведущих издательств (\* регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.)

**3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»** (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2008 гг. ИС «Единое окно» объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России.

Разделы этой системы:

- **Электронная библиотека;**
- **Интегральный каталог образовательных интернет ресурсов;**
- **Избранное;**
- **Библиотеки вузов.**

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

**1. Личный кабинет** ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) даёт возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета. Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог», пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация» и заполнить представленные поля информации.

**2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_one\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_one_find.php)) содержит около 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным дисциплинам, изданным в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

**3. Электронная картотека «Книгообеспеченность»** ([http://www/lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www/lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.