

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
математического анализа  
*Шабров С.А.*  
подпись, расшифровка подписи  
13.05.2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.08 Математические методы в экономике**  
*Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

**1. Код и наименование подготовки:**

01.04.01 Математика

**2. Профиль подготовки:** Математические модели гидродинамики

**3. Квалификация выпускника:** Магистр

**4. Форма обучения:** Очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Кафедра математического анализа

**6. Составители программы:**

*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

Зверева Маргарита Борисовна, канд. физ-мат. наук, доцент

**7. Рекомендована:** Научно-методическим Советом математического факультета, протокол № 0500-03 от 24.03. 2022 г.

**8. Учебный год:** 2022-2023

**Семестр(ы):** 1

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- подготовка студентов к восприятию математического аппарата специальных дисциплин, чтению специальной литературы;
- получение базовых знаний и формирование основных навыков по математическим методам в экономике, необходимых для решения задач, возникающих в практической деятельности;
- развитие логического мышления;
- формирование необходимого уровня математической подготовки для понимания других математических дисциплин.

Задачи учебной дисциплины:

- демонстрация на примерах математических понятий и методов сущности научного подхода, специфики математики, ее роли в развитии других наук;
- овладение студентами основными понятиями математических методов в экономике;
- выработка умений анализировать полученные результаты, решать типовые задачи, приобретение навыков работы со специальной математической литературой;
- формирование умений использовать математический аппарат для решения теоретических и прикладных задач.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП :

Дисциплина «Математические методы в экономике» относится к учебным дисциплинам блока 1 обязательной части программы магистратуры 01.04.01 Математика «Математические модели гидродинамики».

Дисциплина «Математические методы в экономике» базируется на знаниях, полученных в рамках курсов «Математический анализ», «Методы оптимизаций». Приобретенные в результате обучения знания, умения и навыки используются во всех без исключения математических и естественнонаучных дисциплинах, модулях и практиках. Полученные знания могут быть использованы при продолжении образования в аспирантуре и в дальнейшей трудовой деятельности выпускников.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

| Код   | Название компетенции   | Код(ы)  | Индикатор(ы)   | Планируемые результаты обучения   |
|-------|--|---------|--|---|
| ОПК-2 | Способен строить и анализировать математические модели в современном естествознании, технике, экономике и управлении | ОПК-2.1 | ОПК-2.1<br>Владеет навыками создания и исследования новых математических | Знать основные определения, понятия и идеи изучаемых разделов курса.<br><br>Уметь применять математический аппарат для решения поставленных задач, анализировать полученные результаты.<br><br>Владеть навыками использования математических методов и моделей для решения исследовательских задач. |
|       |  | ОПК-2.2 | ОПК-2.2<br>Умеет использовать их в профессиональной деятельности         | Знать как использовать определения, понятия и идеи курса в профессиональной деятельности.<br><br>Уметь осуществлять проверку адекватности   |

|      |  |          |  |  |
|------|--|----------|--|--|
|      |  |          |  | <p>математических моделей.</p> <p>Владеть методами проверки адекватности математических моделей.</p>   |
|      |  | ОПК-2.3. | <p>ОПК-2.3.</p> <p>Имеет практический опыт создания и исследования подобных математических моделей и разработки теорий и методов для их описания</p>                                   | <p>Знать методы решения задач профессиональной деятельности на основе полученных теоретических знаний.</p> <p>Уметь анализировать результаты и оценивать надежность и качество функционирования систем.</p> <p>Владеть методами самостоятельного решения задач на основе теоретических знаний.</p> |
| УК-1 | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий | УК-1.1   | <p>УК-1.1</p> <p>Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию практического решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов</p>                | <p>Знать основные определения, понятия и идеи изучаемых разделов курса.</p> <p>Уметь анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.</p> <p>Владеть методами анализа проблемных ситуаций.</p>   |
|      |  | УК-1.2   | <p>УК-1.2</p> <p>Логично и аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок в рассуждениях других участников деятельности</p> | <p>Знать основные определения, понятия и идеи изучаемых разделов курса.</p> <p>Уметь критически оценивать надежность источников информации.</p> <p>Владеть источниками информации, навыками работы с литературой, информационными системами.</p>   |

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.**(в соответствии с учебным планом) **3/108**

**Форма промежуточной аттестации**(зачет/экзамен) **зачет**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

| Вид учебной работы | Трудоемкость |              |
|--------------------|--------------|--------------|
|                    | Всего        | По семестрам |
|                    |              | 1 семестр    |
| Контактная работа  | 32           | 32           |
| в том числе:       | лекции       | 16           |

|  |              |     |     |
|--|--------------|-----|-----|
|  | практические | 16  | 16  |
|  | лабораторные | 0   | 0   |
| Самостоятельная работа                 |              | 76  | 76  |
| в том числе: курсовая работа (проект)  |              |     |     |
| Форма промежуточной аттестации (зачет) |              |     |     |
| Итого:                                 |              | 108 | 108 |

### 13.1. Содержание дисциплины

| п/п                            | Наименование раздела дисциплины                      | Содержание раздела дисциплины  | Реализация раздела дисциплины с помощью он-лайн курса, ЭУМК |
|--------------------------------|--|--|---|
| <b>1. Лекции</b>               |  |  |   |
| 1.1                            | Введение в математические методы. Простейшие задачи. | Задача о размещении производства, задача об эффективном использовании ресурсов, задача о смесях  | Курс: Математические методы в экономике (edu.vsu.ru)        |
| 1.2                            | Задачи линейного программирования.                   | Симплексный и графический методы решения задач линейного программирования. Двойственные задачи линейного программирования. Теоремы двойственности и их применение. Транспортные задачи и сводимые к ним. Задачи дробно-линейного программирования. |   |
| 1.3                            | Нестандартные транспортные задачи.                   | Транспортная задача по критерию времени. Параметрическая транспортная задача. Транспортная задача с ограничениями на пропускную способность. Задача о назначениях.   |   |
| 1.4                            | Многокритериальные задачи оптимизации.               | Принцип оптимизации по Парето. Методы сведения многокритериальных задач к однокритериальным.   |   |
| 1.5                            | Задачи нелинейного программирования.                 | Необходимое и достаточное условия экстремума. Метод множителей Лагранжа. Задачи динамического программирования.  |   |
| 1.6                            | Элементы теории игр.                                 | Игра с нулевой суммой. Смешанные стратегии. Графическое решение игр. Сведение игр к задачам линейного программирования. Игры с «природой».   |   |
| <b>2. Практические занятия</b> |  |  |   |
| 2.1                            | Введение в математические методы. Простейшие задачи. | Решение задач о размещении производства об эффективном использовании ресурсов, о смесях.   | Курс: Математические методы в экономике (edu.vsu.ru)        |
| 2.2                            | Задачи линейного программирования.                   | Решение задач линейного программирования симплексным и графическим методами. Решение двойственных задач линейного программирования. Решение задач дробно-линейного программирования. Решение транспортных задач.                                   |   |
| 2.3                            | Нестандартные транспортные задачи.                   | Решение нестандартных транспортных задач с дополнительными ограничениями.  |   |

|     |  |   |
|-----|--|---|
| 2.4 | Многокритериальные задачи оптимизации. | Решение многокритериальных задач оптимизации. |
| 2.5 | Задачи нелинейного программирования.   | Решение задач нелинейного программирования.   |
| 2.6 | Элементы теории игр.                   | Решение задач теории игр.                     |

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины               | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
|-------|--|--------|--------------|--------------|------------------------|-------|
| 1     | Введение в математические методы. Простейшие задачи. | 2      | 2            | 0            | 12                     | 16    |
| 2     | Задачи линейного программирования.                   | 4      | 4            | 0            | 14                     | 22    |
| 3     | Нестандартные транспортные задачи.                   | 2      | 2            | 0            | 12                     | 16    |
| 4     | Многокритериальные задачи оптимизации.               | 2      | 2            | 0            | 12                     | 16    |
| 5     | Задачи нелинейного программирования.                 | 2      | 2            | 0            | 12                     | 16    |
| 6     | Элементы теории игр.                                 | 4      | 4            | 0            | 14                     | 22    |
|       | Итого:   | 16     | 16           | 0            | 76                     | 108   |

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

*(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др)*

Для обеспечения систематической и регулярной работы по изучению дисциплины и успешного прохождения аттестаций студентам рекомендуется придерживаться следующего порядка обучения:

1. Самостоятельно определить объем времени, необходимого для проработки каждой темы.
2. Регулярно изучать каждую тему дисциплины как по конспектам лекции, так и по рекомендованной литературе, используя различные формы индивидуальной работы.
3. Согласовывать с преподавателем виды работы по изучению дисциплины.
4. По завершении отдельных тем передавать выполненные работы (домашние задания) преподавателю.
5. При успешном прохождении рубежных контрольных испытаний студент может претендовать на сокращение программы промежуточной (итоговой) аттестации по дисциплине.

## Методические указания для обучающихся при самостоятельной работе.

1. Самостоятельная работа обучающихся направлена на самостоятельное освоение всех тем и вопросов учебной дисциплины, предусмотренных программой. Самостоятельная работа является обязательным видом деятельности для каждого обучающегося, ее объем по учебному курсу определяется учебным планом. При самостоятельной работе обучающийся взаимодействует с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя.
2. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и ресурсами сети Internet является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся заинтересованное отношение к конкретной проблеме.
3. Вопросы, которые вызывают у обучающихся затруднения при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем.
4. Для успешного и плодотворного обеспечения итогов самостоятельной работы разработаны учебно-методические указания к самостоятельной работе студентов над различными разделами дисциплины.
5. Виды самостоятельной работы: конспектирование учебной и научной литературы; проработка учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе); работа в электронной библиотечной системе; работа с информационными справочными системами, выполнение домашних заданий (практических и теоретических); выполнение контрольных работ; подготовка к практическим занятиям; работа с вопросами для самопроверки.
6. Все задания, выполняемые студентами самостоятельно, подлежат последующей проверке преподавателем.

### **15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

#### **а) основная литература:**

| № п/п | Источник   |
|-------|--|
| 1     | Аттетков А.В.. Методы оптимизации : учебное пособие : [для студ. высш. учеб. заведений] / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников .— Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2013 .                        |
| 2     | Васильев Ф.П. Методы оптимизации : [учебник для студ. вузов, обуч. по специальности ВПО 010501 "Прикладная математика и информатика"] : [в 2 ч.] / Ф.П. Васильев .— Москва : Изд-во МЦНМО, 2011. |
| 3     | Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах : учебное пособие / И.Л. Акулич .— Изд. 3-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011 .                        |
| 4     | Есипов Б.А. Методы исследования операций : учебное пособие / Б.А. Есипов .— СПб. [и др.] : Лань, 2010 .  |
| 5     | Мазалов В.В. Переговоры. Математическая теория : [учебник] / В.В. Мазалов,   |

|  |   |
|--|---|
|  | А.Э. Менчер, Ю.С. Токарева .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2012 . |
|--|---|

**б) дополнительная литература:**

| № п/п | Источник  |
|-------|---|
| 6     | Исследование операций в экономике : учеб. пособие для вузов / Н.Ш. Кремер [и др.]. – М. : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997.                     |
| 7     | Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах / И.Л. Акулич. – М. : Высш. шк., 1993.                                   |
| 8     | Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология / Е.С. Вентцель. – М. : Наука, 1980.                                   |
| 9     | Исследование операций / под ред. М.А. Войтенко, Н.Ш. Кремера. – М. : Экономическое образование, 1992.                                     |
| 10    | Минюк С.А. Математические методы и модели в экономике : учеб. пособие / С.А. Минюк, Е.А. Ровба, К.К. Кузьмич. – Мн. : ТетраСистемс, 2002. |
| 11    | Ашманов С.А. Линейное программирование / С.А. Ашманов. – М. : Наука, 1981.  |
| 12    | Красс М.С. Математика для экономистов / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов. – СПб. : Питер, 2009. – 464 с.   |
| 13    | Красс М.С. Основы математики и ее приложения в экономическом образовании / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов. – М. : Дело, 2002. – 688 с.         |

**в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:**

| № п/п | Ресурс  |
|-------|---|
| 13.   | Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – ( <a href="http://www.lib.vsu.ru/">http // www.lib.vsu.ru/</a> ) |
| 14.   | Электронный курс: Математические методы в экономике ( <a href="http://edu.vsu.ru">edu.vsu.ru</a> )  |

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн курсы, ЭУМК.

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)**

| № п/п | Источник   |
|-------|--|
| 1     | Основы экономической динамики : учебно-методическое пособие для вузов / сост. : Ж.И. Бахтина, М.Б. Зверева, М.И. Каменский .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 47 с   |
| 2     | Математическое моделирование риска банкротства предприятий : учебно-методическое пособие для вузов / сост. : Ж. И. Бахтина, М. Б. Зверева .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018 .— 46 с.   |
| 3     | Математическое моделирование принятия решений в экономике и управлении : учебное пособие / А. Д. Баев, Ж. И. Бахтина, М. Б. Зверева, И. В. Колесникова, Ф. О. Найдюк, Г. Ю. Северин, С. А. Шабров .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019 .— 84 с. |

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

Дисциплина может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий, например, на платформе «Электронный университет ВГУ» (Курс Методы оптимизаций ([edu.vsu.ru](http://edu.vsu.ru))).

Перечень необходимого программного обеспечения: операционная система Windows или Linux, Microsoft Office, LibreOffice5, Calc, Math, браузер Mozilla Firefox, Opera, Interet.

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Типовое оборудование учебной аудитории.
2. Зональная научная библиотека, электронный каталог Научной библиотеки ВГУ (<http://www.lib.vsu.ru>)

### 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п  | Наименование раздела дисциплины (модуля)             | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции             | Оценочные средства  |
|--|--|----------------|---|---|
| 1  | Введение в математические методы. Простейшие задачи. | ОПК-2<br>УК-1  | ОПК – 2.1, ОПК – 2.2, ОПК – 2.3, УК-1.1, УК-1.2 | Промежуточная аттестация – зачет, письменная работа, контрольно-измерительные материалы к зачету. |
| 2  | Задачи линейного программирования.                   | ОПК-2<br>УК-1  | ОПК – 2.1, ОПК – 2.2, ОПК – 2.3, УК-1.1, УК-1.2 | Промежуточная аттестация – зачет, письменная работа, контрольно-измерительные материалы к зачету. |
| 3  | Нестандартные транспортные задачи.                   | ОПК-2<br>УК-1  | ОПК – 2.1, ОПК – 2.2, ОПК – 2.3, УК-1.1, УК-1.2 | Промежуточная аттестация – зачет, письменная работа, контрольно-измерительные материалы к зачету. |
| 4  | Многокритериальные задачи оптимизации.               | ОПК-2<br>УК-1  | ОПК – 2.1, ОПК – 2.2, ОПК – 2.3, УК-1.1, УК-1.2 | Промежуточная аттестация – зачет, письменная работа, контрольно-измерительные материалы к зачету. |
| 5  | Задачи нелинейного программирования.                 | ОПК-2<br>УК-1  | ОПК – 2.1, ОПК – 2.2, ОПК – 2.3, УК-1.1, УК-1.2 | Промежуточная аттестация – зачет, письменная работа, контрольно-измерительные материалы к зачету. |
|  | Элементы теории игр.                                 | ОПК-2<br>УК-1  | ОПК – 2.1, ОПК – 2.2, ОПК – 2.3, УК-1.1, УК-1.2 | Промежуточная аттестация – зачет, письменная работа, контрольно-измерительные материалы к зачету. |
| Промежуточная аттестация<br>Форма контроля - зачет |  |                |   | Перечень вопросов к зачету.   |

### 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

#### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: письменная работа

#### Примерный комплект заданий для письменных работ

##### Вариант 1.

1. Решите симплексным и графическим методом



$L = 4x_2 \rightarrow \min$  при ограничениях

$$\begin{cases} 3x_1 + 5x_2 \leq 18, \\ 2x_1 - x_2 \geq 0, \\ 5x_1 - 3x_2 \leq 15 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \end{cases}$$

2. Решить транспортную задачу, заданную таблицей

|    |    |    |
|----|----|----|
|    | 30 | 25 |
| 15 | 1  | 1  |
| 35 | 3  | 2  |
| 20 | 4  | 5  |

Составитель \_\_\_\_\_



(подпись)

\_\_\_\_\_ М.Б. Зверева

*Вариант 2.*

1. Решите симплексным и графическим методом

$L = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$  при ограничениях

$$\begin{cases} 5x_1 + 3x_2 \leq 15, \\ 5x_1 + 4x_2 \geq 20, \\ x_2 \geq 5 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \end{cases}$$

2. Решить транспортную задачу, заданную таблицей

|    |    |    |
|----|----|----|
|    | 30 | 25 |
| 15 | 3  | 4  |
| 35 | 2  | 5  |
| 20 | 1  | 1  |

Составитель \_\_\_\_\_



(подпись)

\_\_\_\_\_ М.Б. Зверева

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического и практического характера, регулярно осуществляемую на занятиях.

К основным формам текущего контроля можно отнести устный опрос, проверку домашних заданий, контрольные работы.

Задание для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены *на оценивание*:

1. уровня освоения теоретических и практических понятий, научных основ профессиональной деятельности;

2. степени готовности обучающегося применять теоретические и практические знания и профессионально значимую информацию, сформированности когнитивных умений.

3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

**Текущий контроль** предназначен для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы обучаемых и совершенствования методики освоения новых знаний. Он обеспечивается проведением контрольных заданий и домашних работ, проверкой конспектов лекций, периодическим опросом слушателей на занятиях.

Формы, методы и периодичность текущего контроля определяет преподаватель.

При текущем контроле уровень освоения учебной дисциплины и степень сформированности компетенции определяются оценками «зачтено» и «не зачтено».

### **Описание технологии проведения**

Тестирование и контрольные работы проводятся письменно.

### **Требование к выполнению заданий**

#### Письменная работа

За письменную работу ставится оценка «зачтено», в случае, если обучающийся выполнил:

- правильно в полном объеме все задания письменной работы, показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного материала;

- обучающийся выполнил все задания с небольшими неточностями и показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного материала;

- обучающий выполнил половину из предложенных заданий правильно, остальные с существенными неточностями и показал удовлетворительное владение навыками полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного материала.

В остальных случаях обучающемуся ставится за письменную работу «не зачтено».

## **20.2 Промежуточная аттестация**

**Промежуточная аттестация** предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Промежуточная аттестация по дисциплине «Математические методы в экономике» проводится в форме зачета.

Промежуточная аттестация, как правило, осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, в некоторых случаях – даже формирование определенных профессиональных компетенций. На зачете оценивается уровень освоения учебной дисциплины и степень сформированности компетенции определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

### **Описание технологии проведения**

На зачете студент вытягивает билет, который содержит один теоретический вопрос и один практический. Все вопросы и задачи, входящие в билеты, охватывают весь материал, изучаемый за весь семестр.

**Перечень вопросов к зачету:**


1. Задача о размещении производства. Задача о смесях.
2. Графический метод решения задач линейного программирования.
3. Симплексный метод решения задач линейного программирования.
4. Двойственные задачи линейного программирования. Теоремы двойственности и их применение.
5. Транспортные задачи.
6. Задачи дробно-линейного программирования.
7. Транспортная задача по критерию времени.
8. Параметрическая транспортная задача.
9. Транспортная задача с ограничениями на пропускную способность.
10. Задача о назначениях.
11. Принцип оптимизации по Парето.
12. Методы сведения многокритериальных задач к однокритериальным.
13. Необходимое и достаточное условия экстремума.
14. Метод множителей Лагранжа.
15. Задачи динамического программирования.
16. Основные вопросы теории игр.
17. Графический метод решения игр.
18. Сведение игр к задачам линейного программирования.
19. Игры с «природой».

**Примерный комплект билетов для зачета**

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Симплексный метод решения задач линейного программирования.
2. Решите симплексным методом

$$\begin{cases} x_1 - x_2 - x_3 + 2x_4 \rightarrow \max \\ -x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 \leq 2 \\ 2x_1 + x_2 + x_3 - 2x_4 \leq 12 \\ 2x_1 + 2x_2 + 4x_3 + 2x_4 \leq 6 \\ x_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, 4. \end{cases}$$

Составитель \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ М.Б. Зверева  
(подпись)

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Транспортные задачи.
2. Решить транспортную задачу, заданную таблицей

|    |    |    |
|----|----|----|
|    | 30 | 25 |
| 15 | 4  | 7  |
| 35 | 2  | 5  |
| 20 | 3  | 1  |

Составитель \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ М.Б. Зверева  
(подпись)

Критерии выставления оценок:

| Оценки     | Критерии   |
|------------|--|
| Зачтено    | обучающийся показывает свой интеллектуальный и общекультурный уровень, знает предмет учебной дисциплины, логично излагает изученный материал, умеет применять теоретические знания для решения практических заданий. |
| Не зачтено | обучающийся демонстрирует фрагментарные знания и умения или отсутствие их.   |