

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
Информационных технологий  
и математических методов в экономике



И.Н. Щепина  
25.05.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.11 Математические методы оптимизации экономических решений**

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 38.03.01 Экономика
- 2. Профиль подготовки:** Модели и методы анализа цифровой экономики
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Информационных технологий и математических методов в экономике
- 6. Составители программы:** д.э.н., доц. Щепина И.Н., преп. Быстрянцева Д.И.
- 7. Рекомендована:** НМС экономического факультета протокол №4 от 15.04.21 г.
- 8. Учебный год:** 2022–2023 **Семестр:** 4

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

*Цель* изучения дисциплины - ознакомление обучающихся с основными принципами построения, применения и анализа математических моделей и использования математических методов оптимизации при разработке конкретных проектов в сфере управления сложными социально-экономическими системами.

*Задачами* изучения дисциплины являются:

- овладение основными принципами системного анализа, понятиями модели и математического моделирования, основными методами исследования операций и принятия оптимальных решений;
- формирование навыков математической формализации экстремальных прикладных задач;
- формирование умений собрать и проанализировать исходные данные, необходимые для расчета экономических и социально-экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов;
- развитие способностей на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и математические модели, анализировать и содержательно интерпретировать результаты;
- формирование умения выбирать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы;
- применение практических навыков и приемов компьютерной обработки информации для решения различных задач оптимизации;
- овладение методикой анализа и практического применения математических моделей для оценки состояния и прогноза развития экономических явлений и процессов.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Блок Б1, обязательная часть

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам:

*обучающийся должен иметь базовые знания по дисциплинам:*

- математический анализ;
- линейная алгебра;
- теория вероятностей и математическая статистика;
- экономическая теория. Микроэкономика

*обучающийся должен уметь:*

- работать с данными;
- проводить качественный анализ данных;
- осуществлять качественный анализ связей экономических показателей

*обучающийся должен иметь навыки:*

- работы в MS Excel;
- визуализации и содержательной интерпретации полученных результатов

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, могут быть использованы в в дисциплинах «Эконометрика» и дисциплинах профессионального цикла.

**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-1 | Способен применять знания (на промежуточном уровне) экономической теории при решении прикладных задач                            | ОПК-1.4 | Использует математические методы и модели оптимизации при решении прикладных задач экономической теории | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы теории оптимизации и методов принятия решений, необходимые для решения финансовых и экономических задач;</li> <li>- типы экономических задач, решаемых с помощью методов оптимальных решений.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять оптимизационные методы для решения экономических задач;</li> <li>- перейти от прикладной экономической задачи к математической модели;</li> <li>- выбирать рациональные варианты действий в практических задачах принятия решений с использованием экономико-математических моделей;</li> <li>- формулировать выводы математических решений в экономических понятиях и терминах;</li> <li>- анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния и прогноза развития экономических явлений и процессов;</li> <li>- навыками самостоятельной исследовательской работы.</li> </ul> |
| ОПК-4 | Способен предлагать экономически и финансово обоснованные организационно-управленческие решения в профессиональной деятельности; | ОПК-4.3 | Выбирает инструментальные средства для обоснования и реализации организационно-управленческих решений   | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы теории оптимизации и методов принятия решений, необходимые для решения финансовых и экономических задач;</li> <li>- современные программные продукты, необходимые для решения оптимизационных задач.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы линейной алгебры для решения прикладных задач;</li> <li>- применять вероятностно-статистические методы для решения экономических задач;</li> <li>- применять оптимизационные методы для решения экономических задач;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками применения современного математического инструментария для решения экономических задач;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|       |                                                                                                                        |         |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-5 | Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении профессиональных задач. | ОПК-5.2 | Использует специализированные программные средства для решения и анализа оптимизационных и эконометрических задач и применяет полученные результаты для обоснования экономических решений | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы теории оптимизации;</li> <li>- основные этапы методов принятия решений.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять выбор соответствующего математического инструментария, необходимого для проведения расчетов и обработки полученных данных, в соответствии с поставленной задачей;</li> <li>- представлять результаты аналитической и исследовательской работы в виде выступления, доклада, информационного обзора, аналитического отчета с использованием графиков, таблиц, диаграмм.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы в пакетах прикладных программ в целях построения оптимизационных моделей;</li> <li>- навыками содержательной интерпретации результатов моделирования и выработки практических рекомендаций на основе полученных результатов.</li> </ul> |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом - 3/108.**

**Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой, курсовая работа**

### **13. Трудоемкость по видам учебной работы**

| Вид учебной работы                               |              | Трудоемкость |              |  |     |
|--------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--|-----|
|                                                  |              | Всего        | По семестрам |  |     |
|                                                  |              |              | 4 семестр    |  | ... |
| Аудиторные занятия                               |              | 64           | 64           |  |     |
| в том числе:                                     | лекции       | 32           | 32           |  |     |
|                                                  | практические |              |              |  |     |
|                                                  | лабораторные | 32           | 32           |  |     |
| Самостоятельная работа                           |              | 44           | 44           |  |     |
| в том числе: курсовая работа (проект)            |              | -            | -            |  |     |
| Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой |              |              |              |  |     |
| Итого:                                           |              | 108          | 108          |  |     |

### 13.1. Содержание дисциплины

| п/п              | Наименование раздела дисциплины                                                                                                                                  | Содержание раздела дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *                                                                                                                                        |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Лекции</b> |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                     |
| 1.1              | Математические и системные основы экономико-математического моделирования и исследования операций (ИО). Основные принципы моделирования экономических процессов. | Предмет и задачи курса. Понятие "модели" и "моделирование". Главные особенности моделирования как метода познания, необходимость его применения. Формы моделирования, математическое моделирование. Типы экономико-математических моделей. Особенности применения и место математического моделирования в экономической науке. Математические и системные основы исследования операций: основные понятия, история и перспективы развития исследования операций; основные этапы и принципы разработки проектов; системный подход к анализу поставленной проблемы; выбор критериев качества функционирования и построение математических моделей организационных систем; способы получения исходной информации; проблемы измерения и первичной обработки данных; разновидности задач ИО и подходов к их решению, прямые и обратные задачи, многокритериальные задачи, классификация задач ИО. | <a href="#">Курс:</a><br><a href="#">Математические методы оптимизации экономических решений (Бакалавриат, направление Экономика) Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (vsu.ru)</a> |
| 1.2              | Линейное программирование как инструмент математического моделирования экономики                                                                                 | Экономико-математическая модель оптимизации. Общая постановка ЗЛП. Теоретические основы методов линейного программирования. Графическая интерпретация задачи линейного программирования. Идея симплекс-метода. Вычислительная схема симплексного метода. Симплексные таблицы. Теория двойственности. Взаимно-двойственные задачи линейного программирования и их свойства. Основные теоремы двойственности. Объективно обусловленные оценки и их экономическая интерпретация.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <a href="#">Курс:</a><br><a href="#">Математические методы оптимизации экономических решений (Бакалавриат, направление Экономика) Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (vsu.ru)</a> |
| 1.3              | Прикладные задачи линейного программирования                                                                                                                     | Прикладные задачи линейного программирования:<br>- задачи оптимального планирования производства, экономическая интерпретация двойственной задачи, анализ решения задачи производственного планирования с помощью двойственных оценок;<br>- задачи о смесях;<br>- распределительные задачи;<br>- задачи оптимального раскроя материалов;<br>- задачи оптимального планирования финансов.<br>- транспортные и транспортно-производственные задачи; метод потенциалов решения транспортной задачи;<br>- задачи, приводимые к модели транспортной задачи: задача о назначениях, оптимальное                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <a href="#">Курс:</a><br><a href="#">Математические методы оптимизации экономических решений (Бакалавриат, направление Экономика) Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (vsu.ru)</a> |

|     |                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                                      | использование торговых агентов, формирование оптимального штата фирмы, оптимальное распределение оборудования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                  |
| 1.4 | Модели целочисленного и дискретного линейного программирования                       | Общая постановка ЗЦЛП. Примеры задач целочисленного и дискретного программирования: задача о рюкзаке, задача оптимального выбора на множестве взаимозависимых альтернатив, задача коммивояжера, задачи с неделимыми товарами, задачи с логическими переменными. Методы решения: метод Гомори — метод отсекающих плоскостей; комбинаторные методы; понятие о методе ветвей и границ; эвристические методы.                                                                               | <a href="#">Курс: Математические методы оптимизации экономических решений (Бакалавриат, направление Экономика) Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (vsu.ru)</a> |
| 1.5 | Методы нелинейной оптимизации. Задачи выпуклого программирования и методы их решения | Основные понятия нелинейного программирования. Выпуклое программирование. Графический метод решения задач нелинейного программирования функций двух переменных. Методы решения задач нелинейной оптимизации: градиентный метод; метод множителей Лагранжа. Задача нелинейного программирования при ограничениях неотрицательности. Теорема Куна-Таккера. Примеры моделей нелинейной оптимизации для анализа экономических процессов.                                                    | <a href="#">Курс: Математические методы оптимизации экономических решений (Бакалавриат, направление Экономика) Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (vsu.ru)</a> |
| 1.6 | Элементы теории игр                                                                  | Принятие решений в конфликтных ситуациях, структура составительных задач. Понятие об игровых моделях. Классификация игровых моделей. Антагонистические игры (игры с нулевой суммой). Платежная матрица. Нижняя и верхняя цены игр. Решение игры в чистых стратегиях, седловые точки, смешанные стратегии, геометрическая интерпретация. решение матричных игр $2 \times 2$ , $2 \times N$ , $M \times 2$ . Связь теории игр с линейным программированием.                               | <a href="#">Курс: Математические методы оптимизации экономических решений (Бакалавриат, направление Экономика) Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (vsu.ru)</a> |
| 1.7 | Основы теории принятия решений                                                       | Основы теории принятия решений.<br>- основные понятия теории принятия решений, матрицы последствий и рисков,<br>- принятие решений в условиях определенности,<br>- принятие решений в условиях риска,<br>- принятие решений в условиях неопределенности, критерии оценок,<br>- подходы к оценке инвестиционных проектов,<br>- понятие о дереве решений,<br>- принятие групповых решений, теорема Эрроу<br>- оптимальность по Парето.<br>Понятие об экспертных методах принятия решений. | <a href="#">Курс: Математические методы оптимизации экономических решений (Бакалавриат, направление Экономика) Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (vsu.ru)</a> |
| 1.8 | Задачи управления запасами                                                           | Задачи управления запасами.<br>- содержание задач управления запасами,<br>- классификация задач УЗ,<br>- непрерывные детерминированные задачи УЗ,<br>- дискретные детерминированные задачи УЗ,<br>- стохастические УЗ,<br>- задачи управления запасами и выпуском при                                                                                                                                                                                                                   | <a href="#">Курс: Математические методы оптимизации экономических решений (Бакалавриат, направление</a>                                                                          |

|      |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                     |
|------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                      | сезонном спросе.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <a href="#">Экономика)</a><br><a href="#">Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (vsu.ru)</a>                                                                                         |
| 1.9  | Задачи сетевого планирования и управления            | Задачи сетевого планирования.<br>- общие сведения о задачах сетевого планирования,<br>- элементы теории графов,<br>- математическая модель сетевой задачи, основные элементы сетевой модели,<br>- порядок и правила построения сетевых графиков,<br>- диаграмма Ганта,<br>- задача о кратчайшем пути,<br>- метод СРМ, задача о критическом пути в сети без контуров,<br>- сетевое планирование в условиях неопределенности,<br>метод PERT,<br>- анализ затрат на реализацию проекта,<br>- задачи, сводящиеся к сетевым: замены оборудования, календарного планирования трудовых ресурсов, выбор вариантов проектов, наиболее привлекательных для инвесторов. | <a href="#">Курс:</a><br><a href="#">Математические методы оптимизации экономических решений (Бакалавриат, направление Экономика) Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (vsu.ru)</a> |
| 1.10 | Модели систем массового обслуживания.                | Модели систем массового обслуживания:<br>- структура систем массового обслуживания,<br>- основные понятия, понятие Марковского случайного процесса,<br>- простейший входящий поток,<br>- классификация СМО и их характеристики,<br>- СМО с ожиданием: одноканальная система с неограниченной очередью, многоканальная система с неограниченной очередью, СМО с ограниченной очередью, СМО с ограниченным временем ожидания,<br>- СМО с отказами: одноканальная система с отказами, многоканальная система с отказами,<br>- понятие о статистическом моделировании СМО (Метод Монте-Карло).                                                                   | <a href="#">Курс:</a><br><a href="#">Математические методы оптимизации экономических решений (Бакалавриат, направление Экономика) Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (vsu.ru)</a> |
| 1.11 | Модели динамического программирования                | Модели динамического программирования.<br>- общая постановка задачи,<br>- принцип оптимальности и уравнения Беллмана,<br>- задача распределения средств между предприятиями,<br>- задача оптимального распределения ресурсов в течении n лет,<br>- задача замены оборудования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <a href="#">Курс:</a><br><a href="#">Математические методы оптимизации экономических решений (Бакалавриат, направление Экономика) Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (vsu.ru)</a> |
| 1.12 | Задачи календарного планирования (теория расписаний) | Задачи упорядочения (теория расписаний).<br>- содержание и общая структура задач, способы задания, критерии оптимальности,<br>- одностадийная система с одним прибором, задача директора,<br>- конвейерные системы,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <a href="#">Курс:</a><br><a href="#">Математические методы оптимизации экономических решений (Бакалавриат,</a>                                                                                      |

|                                |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                |                                                                  | - задача о двух станках, алгоритм Джонсона, графики Ганта,<br>- подходы к решению задач с m приборами, частные случаи задачи о трех станках, эвристические правила.                                                                                                                                                                                                               | <a href="#">направление Экономика)</a><br><a href="#">Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (vsu.ru)</a>                                                          |
| <b>2. Лабораторные занятия</b> |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                  |
| 2.1                            | Операции над матрицами                                           | Использование табличного редактора для вычисления определителя матрицы, обратной матрицы, умножение матрицы на число, сумма и разность двух матриц, перемножение матриц. Вычисление сложно-составных выражений с матрицами.                                                                                                                                                       | <a href="#">Курс: Математические методы оптимизации экономических решений (Бакалавриат, направление Экономика) Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (vsu.ru)</a> |
| 2.2                            | Инструмент «Поиск решения» в табличном процессоре                | Предварительная запись исходных данных ЗЛП на рабочем листе табличного процессора. Изучения инструмента «Поиск решения» для решения оптимизационных задач. Анализ результатов и отчетов по решению задачи.                                                                                                                                                                        | <a href="#">Курс: Математические методы оптимизации экономических решений (Бакалавриат, направление Экономика) Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (vsu.ru)</a> |
| 2.3                            | Использование табличного процессора для решения конкретных задач | Задача производственного планирования. Двойственные ЗЛП. Модели оптимального смешения. Модели оптимального раскроя материалов. Модели оптимального планирования финансов. Транспортная задача. Задача о назначениях. Целочисленные ЗЛП. Нелинейное программирование. Модели управления запасами. Модели сетевого планирования и управления. Модели систем массового обслуживания. | <a href="#">Курс: Математические методы оптимизации экономических решений (Бакалавриат, направление Экономика) Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (vsu.ru)</a> |

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

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины                                                                                                                          | Виды занятий (количество часов) |              |              |                        |       |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
|       |                                                                                                                                                                 | Лекции                          | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 1     | Математические и системные основы экономико-математического моделирования и исследования операций (ИО). Основные принципы моделирования экономических процессов | 2                               |              |              | 2                      | 4     |
| 2     | Линейное программирование как инструмент                                                                                                                        | 2                               |              | 4            | 4                      | 10    |



|    |                                                                                      |    |  |    |    |     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|----|--|----|----|-----|
|    | математического моделирования экономики                                              |    |  |    |    |     |
| 3  | Прикладные задачи линейного программирования                                         | 6  |  | 10 | 4  | 20  |
| 4  | Модели целочисленного и дискретного линейного программирования                       | 2  |  | 2  | 4  | 8   |
| 5  | Методы нелинейной оптимизации. Задачи выпуклого программирования и методы их решения | 2  |  | 2  | 4  | 8   |
| 6  | Элементы теории игр                                                                  | 2  |  | 2  | 4  | 8   |
| 7  | Основы теории принятия решений                                                       | 2  |  | 2  | 4  | 8   |
| 8  | Задачи управления запасами                                                           | 4  |  | 2  | 4  | 10  |
| 9  | Задачи сетевого планирования и управления                                            | 4  |  | 2  | 4  | 10  |
| 10 | Модели систем массового обслуживания                                                 | 2  |  | 2  | 4  | 8   |
| 11 | Модели динамического программирования                                                | 2  |  | 2  | 2  | 6   |
| 12 | Задачи календарного планирования (теория расписаний)                                 | 2  |  | 2  | 2  | 6   |
|    | Зачет с оценкой                                                                      |    |  |    |    |     |
|    | Итого:                                                                               | 32 |  | 32 | 44 | 108 |

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

В процессе изучения дисциплины используются такие виды учебной работы, как лекции и лабораторные занятия, а также различные виды самостоятельной работы.

Обучающимся рекомендуется вести конспект лекции, в котором должны быть ссылки на номера слайдов и демонстрационные примеры, основные определения и положения необходимо конспектировать, в конце лекции обучающиеся имеют возможность задать вопросы преподавателю по теме лекции. Конспект должен иметь поля для заметок в ходе самостоятельной проработки материала. Презентации лекций и демонстрационный материал в виде файлов предоставляются обучающимся.

Для подготовки к лабораторному занятию обучающийся должен заранее ознакомиться с заданием и теоретическим материалом, после выполнения работы оформить отчет о проделанной работе.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на самостоятельное изучение отдельных тем и некоторых вопросов учебной дисциплины. Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется учебным планом. Обучающийся работает с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, ресурсами сети Internet, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме.

Вопросы, которые вызывают у обучающихся затруднения при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем.

Виды самостоятельной работы: конспектирование учебной и научной литературы; проработка учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе); работа в электронной библиотечной системе; выполнение домашних заданий; выполнение контрольных работ; подготовка к практическим занятиям; работа с вопросами для самопроверки.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины:

### а) основная литература:

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Исследование операций в экономике : учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/488643">https://urait.ru/bcode/488643</a>                                                               |
| 2     | Сухарев, А. Г. Методы оптимизации : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 367 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3859-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — <a href="https://urait.ru/bcode/507818">https://urait.ru/bcode/507818</a> |
| 3     | Ржевский С.В. Исследование операций / С.В. Ржевский // М.: Издательство «Лань», 2022. - 480с. // Издательство «Лань»: электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/213248">https://e.lanbook.com/book/213248</a>                                                                                                                                                                                         |
| 4     | Есипов Б.А. Методы исследования операций /Б.А. Есипов // М.: Издательство «Лань», 2022. - 304с. // Издательство «Лань»: электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/212204">https://e.lanbook.com/book/212204</a>                                                                                                                                                                                       |
| 5     | Шелехова, Л. В. Методы оптимальных решений : учебное пособие / Л. В. Шелехова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2165-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — <a href="https://e.lanbook.com/book/209813">https://e.lanbook.com/book/209813</a>                                                                                                         |

### б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Азарнова Т.В. Линейное программирование Элементы теории, алгоритмы и примеры: / Азарнова Т.В. и др. — М. : Воронеж: ВГУ, 2001.                                                                                                                                                                                        |
| 2     | Афанасьев М.Ю. Прикладные задачи исследования операций :Учеб. пособие /М.Ю.Афанасьев, К.А. Багриновский, В.М. Матюшок//М.:ИНФРА – М, 2006.                                                                                                                                                                            |
| 3     | Блекуэлл Д. Теория игр и статистических решений / Д. Блекуэлл, М.А. Гиршик. – М. : Изд-во иностранной литературы, 1958.                                                                                                                                                                                               |
| 4     | Васин А.А. Теория игр и модели математической экономики: учебное пособие/А.А. Васин, В.В. Морозов.//М.:МАКС Пресс, 2005. – 272с.                                                                                                                                                                                      |
| 5     | Воробьев Н.Н. Теория игр для экономистов-кибернетиков / Н.Н. Воробьев. – М. : Наука, 1985.                                                                                                                                                                                                                            |
| 6     | Горбюцов Г.Я. Исследование операций в экономике / Г.Я. Горбюцов, Н.Ю. Грызина, И.Н. Мастяева, О.Н. Семенихина - М. : Евразийский открытый институт, 2006. // ЭБС <a href="http://www.book.ru">book.ru</a> . – URL : <a href="http://www.book.ru/book/905516">http://www.book.ru/book/905516</a> (05.11.2013 г.)       |
| 7     | Грызина Н.Ю. Математические методы исследования операций в экономике / Н.Ю. Грызина, И.Н. Мастяева, О.Н. Семенихина - М. : Евразийский открытый институт, 2009. // ЭБС <a href="http://www.book.ru">book.ru</a> . – URL : <a href="http://www.book.ru/book/905570">http://www.book.ru/book/905570</a> (05.11.2013 г.) |
| 8     | Давыдов Е.Г. Элементы исследования операций / Е.Г.Давыдов - М. : КноРус, 2010. // ЭБС <a href="http://www.book.ru">book.ru</a> . – URL : <a href="http://www.book.ru/book/243098">http://www.book.ru/book/243098</a> (05.11.2013 г.)                                                                                  |
| 9     | Дубина И.Н. Основы теории экономических игр: учебное пособие/И.Н.Дубина// М.:КНОРУС, 2010. – 208с.                                                                                                                                                                                                                    |
| 10    | Зайцев М.Г. Методы оптимизации управления для менеджеров: Компьютерно-ориентированный подход: Учебное пособие/М.Г. Зайцев//М.:Дело, 2002. – 304с.                                                                                                                                                                     |
| 11    | Зайцев М.Г. Методы оптимизации управления и принятия решений: Примеры, задачи, кейсы / М.Г. Зайцев, С.Е. Варюхин //М.:Дело АНХ, 2008. – 664с.                                                                                                                                                                         |
| 12    | Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория/ М. Интрилигатор/Пер. с англ. под ред. А.А. Конюса//М.: Изд-во Айрис-Пресс, 2001. –553с.                                                                                                                                                     |
| 13    | Косоруков О.А. Исследование операций: Учебник/ О.А. Косоруков, А.В. Мищенко//Под общ. ред. д.э.н., проф. Н.П. Тихомирова// М.: Издательство «Экзамен», 2003. – 448с.                                                                                                                                                  |
| 14    | Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: Учебник. 2                                                                                                                                                                                                                |
| 15    | Мадера А.Г. Моделирование и принятие решений в менеджменте: Руководство для будущих топ-менеджеров/А.Г. Мадера//М.: Издательство ЛКИ, 2010. – 688с.                                                                                                                                                                   |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16 | Макаров С.И. Экономико-математические методы и модели / С.И. Макаров - М. : КноРус, 2009. // ЭБС <a href="http://www.book.ru/book/225528">book.ru</a> . – URL : <a href="http://www.book.ru/book/225528">http://www.book.ru/book/225528</a> (05.11.2013 г.)                                                                        |
| 17 | Мастяева И.Н. Методы оптимизации. Линейные и нелинейные методы и модели в экономике / И.Н. Мастяева, О.Н. Семенихина - М. : Евразийский открытый институт, 2011. // ЭБС <a href="http://www.book.ru/book/905580">book.ru</a> . – URL : <a href="http://www.book.ru/book/905580">http://www.book.ru/book/905580</a> (05.11.2013 г.) |
| 18 | Математические методы и модели исследования операций: учебник//Под ред. В.А. Колемаева//М.:ЮНИТИ – ДАНА, 2009. – 592с.                                                                                                                                                                                                             |
| 19 | Москвин Б.В. Математические методы принятия решений при управлении в сложных экономических системах: Учебное пособие/Б.В. Москвин//СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2003. – 136с.                                                                                                                                                             |
| 20 | Орлов А.И. Теория принятия решений: учебник/ А.И. Орлов// М.: Издательство «Экзамен», 2006. – 573с.                                                                                                                                                                                                                                |
| 21 | Протасов И.Д. Теория игр и исследование операций: Учебное пособие/ И.Д.Протасов//М.:Гелиос АРВ, 2003. – 368с.                                                                                                                                                                                                                      |
| 22 | Розен В.В. Математические модели принятия решений в экономике: Учебное пособие/ В.В. Розен//М.: Книжный дом «Университет», Высшая школа, 2002. – 288с.                                                                                                                                                                             |
| 23 | Таха Х.А. Введение в исследование операций, 7-е издание/Пер.с англ.под ред. А.А. Минько//М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912с.                                                                                                                                                                                             |
| 24 | Урубков А.Р. Курс MBA по оптимизации управленческих решений. Практическое руководство по использованию моделей линейного программирования/А.Р.Урубков //М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.                                                                                                                                             |
| 25 | Хазанова Л.Э. Математические методы в экономике / Л.Э. Хазанова - М. : Волтерс Клувер, 2002. // ЭБС <a href="http://www.book.ru/book/227967">book.ru</a> . – URL : <a href="http://www.book.ru/book/227967">http://www.book.ru/book/227967</a> (05.11.2013 г.)                                                                     |
| 26 | Экономико-математические методы и прикладные модели / Под ред. В.В. Федосеева - М. : Юнити-Дана, 2012. // ЭБС <a href="http://www.book.ru/book/907380">book.ru</a> . – URL : <a href="http://www.book.ru/book/907380">http://www.book.ru/book/907380</a> (05.11.2013 г.)                                                           |

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

| № п/п | Ресурс                                                                                                                                                  |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Зональная научная библиотека ВГУ <a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a>                                                          |
| 2.    | ЭБС Лань, <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>                                                                                     |
| 3.    | ЭБС Университетская библиотека online <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>                                                       |
| 4.    | Образовательная платформа «ЮПАИТ» <a href="https://ura.it.ru/">https://ura.it.ru/</a>                                                                   |
| 5.    | Портал «Электронный университет ВГУ» – Moodle: URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4272">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4272</a> |
| 6.    | Российская государственная библиотека. Единый электронный каталог <a href="http://www.rsl.ru/ru/s97/s977242/">http://www.rsl.ru/ru/s97/s977242/</a>     |

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                               |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Портал «Электронный университет ВГУ» – Moodle: URL: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4272">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4272</a>                                |
| 2     | Афанасьев М.Ю. Прикладные задачи исследования операций :Учеб. пособие /М.Ю.Афанасьев, К.А. Багриновский, В.М. Матюшок//М.:ИНФРА – М, 2006.                                             |
| 3     | Зайцев М.Г. Методы оптимизации управления для менеджеров: Компьютерно-ориентированный подход: Учебное пособие/М.Г. Зайцев//М.:Дело, 2002. – 304с.                                      |
| 4     | Урубков А.Р. Курс MBA по оптимизации управленческих решений. Практическое руководство по использованию моделей линейного программирования/А.Р.Урубков //М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. |

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

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам) и к электронной информационно-образовательной среде. Электронно-библиотечная система (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории ФГБОУ ВО «ВГУ», так и вне ее.

Для организации занятий требуется:

- персональный компьютер и видеопроекторное оборудование;
- программное обеспечение общего назначения Microsoft Office;

Программа курса может реализовываться с элементами электронного обучения и применением дистанционных образовательных технологий через Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=25719> , где представлены учебные материалы, а также предоставляется возможность в режиме онлайн проводить занятия в соответствии с расписанием.

Информационно-справочные ресурсы

1. <http://www.ict.edu.ru> - портал "Информационно-коммуникационные технологии в образовании" .
2. <http://www.iot.ru> - портал Информационных образовательных технологий.
3. <http://biznit.ru> - сайт о применении информационных технологий в различных областях.
4. <http://www.hse.ru> - Портал Высшей Школы Экономики;
5. <http://ecsocman.edu.ru> - Федеральный образовательный портал «Экономика. Социология. Менеджмент»;
6. <http://www.aup.ru> - Портал по менеджменту, маркетингу и рекламе, финансам, инвестициям, управлению персоналом;
7. <http://www.eu.ru> - Экономика и управление на предприятиях. Научно-образовательный портал. Библиотека экономической и управленческой литературы;
8. Российская государственная библиотека. Единый электронный каталог <http://www.rsl.ru/ru/s97/s977242/>
9. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
10. Российская национальная библиотека <http://www.nlr.ru>

#### **18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Учебные аудитории для проведения учебных (лекционных) занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения

Ауд. 206а, 207а, 202а, 200а

специализированная мебель, проектор NEC PA500U, экран для проектора, компьютер Shuttle с возможностью подключения к сети "Интернет" (ПО: Win7, MS Office Профессиональный плюс 2010), проводной микрофон, комплект активных громкоговорителей

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса:

Лаборатории 1а, 2а, 3а, 5а, 6а:

Специализированная мебель, компьютер 3QNT-Shell NM-10-B260GBP-525 с возможностью подключения к сети "Интернет" (ПО: OS Ubuntu 14.04.6 LTS, Inkscape, Gimp, Okular, Mozilla Firefox, Mozilla Thunderbird, FileZilla, 1C, FineReader 8, LibreOffice, WPS Office, Консультант+, Microsoft Office 2010 Профессиональный Плюс, CMake, Gambas 3

#### **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     | Математические и системные основы экономико- | ОПК-1          | ОПК-1.4                             | Тест               |

| №<br>п/п                                                                      | Наименование<br>раздела дисциплины<br>(модуля)                                                                                           | Компетен-<br>ция(и) | Индикатор(ы)<br>достижения<br>компетенции | Оценочные средства                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|                                                                               | математического<br>моделирования и<br>исследования<br>операций (ИО).<br>Основные принципы<br>моделирования<br>экономических<br>процессов |                     |                                           |                                                                   |
| 2                                                                             | Линейное<br>программирование как<br>инструмент<br>математического<br>моделирования<br>экономики                                          | ОПК-4               | ОПК-4.3                                   | Отчет о выполнении<br>лабораторного задания<br>Контрольная работа |
| 3                                                                             | Прикладные задачи<br>линейного<br>программирования                                                                                       | ОПК-4               | ОПК-4.3                                   | Отчет о выполнении<br>лабораторного задания                       |
| 4                                                                             | Модели<br>целочисленного и<br>дискретного<br>линейного<br>программирования                                                               | ОПК-5               | ОПК-5.2                                   | Отчет о выполнении<br>лабораторного задания                       |
| 5                                                                             | Методы нелинейной<br>оптимизации. Задачи<br>выпуклого<br>программирования и<br>методы их решения                                         | ОПК-5               | ОПК-5.2                                   | Отчет о выполнении<br>лабораторного задания                       |
| 6                                                                             | Элементы теории игр                                                                                                                      | ОПК-5               | ОПК-5.2                                   | Отчет о выполнении<br>лабораторного задания                       |
| 7                                                                             | Основы теории<br>принятия решений                                                                                                        | ОПК-5               | ОПК-5.2                                   | Отчет о выполнении<br>лабораторного задания                       |
| 8                                                                             | Задачи управления<br>запасами                                                                                                            | ОПК-5               | ОПК-5.2                                   | Отчет о выполнении<br>лабораторного задания                       |
| 9                                                                             | Задачи сетевого<br>планирования и<br>управления                                                                                          | ОПК-5               | ОПК-5.2                                   | Отчет о выполнении<br>лабораторного задания                       |
| 10                                                                            | Модели систем<br>массового<br>обслуживания                                                                                               | ОПК-5               | ОПК-5.2                                   | Отчет о выполнении<br>лабораторного задания                       |
| 11                                                                            | Модели<br>динамического<br>программирования                                                                                              | ОПК-5               | ОПК-5.2                                   | Отчет о выполнении<br>лабораторного задания                       |
| 12                                                                            | Задачи календарного<br>планирования (теория<br>расписаний)                                                                               | ОПК-5               | ОПК-5.2                                   | Отчет о выполнении<br>лабораторного задания                       |
| Промежуточная аттестация<br>форма контроля – зачет с оценкой, курсовая работа |                                                                                                                                          |                     |                                           | Итоговый тест, курсовая работа                                    |

## 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: отчетов о выполнении лабораторных заданий, тестов для проверки теоретических знаний.

## Пример лабораторного задания

1. Составить экономико-математическую модель задачи о распределении рекламного бюджета:

Задача: Фирма рекламирует свою продукцию с использованием четырех средств: телевидения, радио, газет и афиш. Из различных рекламных экспериментов, которые проводились в прошлом, известно, что эти средства приводят к увеличению прибыли соответственно на 10, 3, 7 и 4 у.е. в расчете на 1 у.е., затраченную на рекламу.

Распределение рекламного бюджета по различным средствам подчинено следующим ограничениям:

а) полный бюджет не должен превосходить 500 000 у.е.;

б) следует расходовать не более 40% бюджета на телевидение и не более 20% бюджета на афиши;

в) вследствие привлекательности для подростков радио на него следует расходовать, по крайней мере, половину того, что планируется на телевидение.

Сформулируйте задачу распределения средств по различным источникам как задачу линейного программирования и решите ее.

2. Найти решение ЗЛП на основании графического анализа двойственной задачи.

3. Решить несбалансированную транспортную задачу, предварительно сведя ее к задаче закрытого типа:

|    |    |    |    |     |
|----|----|----|----|-----|
| 1  | 5  | 4  | 2  | 130 |
| 2  | 5  | 0  | 3  | 50  |
| 3  | 2  | 1  | 5  | 120 |
| 40 | 30 | 20 | 10 |     |

4. Указать нижнюю и верхнюю цены игры для следующей платежной матрицы:

| Стратегии<br>игрока I | Стратегии<br>игрока II |    |    |    |    |
|-----------------------|------------------------|----|----|----|----|
|                       | B1                     | B2 | B3 | B4 | B5 |
| A1                    | 4                      | 2  | -3 | -1 | 0  |
| A2                    | 8                      | 3  | 5  | 2  | -2 |
| A3                    | 7                      | 4  | 2  | -4 | 8  |
| A4                    | 3                      | 5  | 4  | 10 | -5 |

5. Показать, что игра с платежной матрицей не имеет решения в чистых стратегиях, свести игру к ЗЛП и решить ее в Excel.

6. Фирма реализует автомобили через магазин и через торговых агентов. При реализации автомобилей через магазин расходы на реализацию составляют у.е., а при продаже автомобилей через торговых агентов расходы составляют у.е. Найти оптимальный способ реализации автомобилей, минимизирующий суммарные расходы, если общее число предназначенных для продажи автомобилей составляет 200 штук.

7. Можно сделать одно из следующих приобретений: квартира, земельный участок, речной катер, авторемонтная мастерская или небольшое кафе. В случае если обстоятельства сложатся благоприятно, прибыль составит соответственно 22, 12, 17, 25 или 30 тыс. руб. В случае неблагоприятного стечения обстоятельств покупка квартиры или земельного

участка принесет прибыль соответственно 7 или 9 тыс. руб., а покупка катера, авторемонтной мастерской или кафе — убытки соответственно 5, 11 или 13 тыс. руб.

Благоприятное и неблагоприятное стечение обстоятельств равновероятно.

Какая из альтернатив будет наилучшей по критериям оптимизма и Сэвиджа?

Чему равна достоверная информация о состоянии среды?

8. Железнодорожная сортировочная горка, на которую подается поток составов с интенсивностью  $\lambda$  два состава в час, представляет собой одноканальную СМО с неограниченной очередью. Среднее время обслуживания состава на горке 20 минут. Найти среднее число состав в системе СМО, среднее число составов в очереди, среднее время пребывания составов в СМО, среднее время пребывания составов в очереди.

9. Имеются две работы  $r_1, r_2$  и трое рабочих  $L_1, L_2$  и  $L_3$ , каждый из которых может выполнить любую работу. Элемент  $a_{ij}$  матрицы  $A$  показывает время, необходимое рабочему  $i$  для выполнения работы  $j$ :

Матрица  $A$

| Работа \ Рабочий | $r_1$ | $r_2$ |
|------------------|-------|-------|
| $L_1$            | 5     | 6     |
| $L_2$            | 2     | 3     |
| $L_3$            | 4     | 7     |

Решите задачу о назначениях. Чему равно минимальное время выполнения двух работ?

10. Индивидуальный предприниматель приобретает в течение года 1500 телевизоров для розничной продажи в своем магазине. Издержки хранения каждого телевизора равны 45 руб. в год. Издержки заказа — 150 руб. Количество рабочих дней в году равно 300, время выполнения заказа — 6 дней.

Вопросы:

1. Каков оптимальный размер заказа?
2. Чему равны годовые издержки заказа?
3. Чему равна точка восстановления запаса?

11. Экономический факультет ВГУ разрабатывает новую программу для повышения квалификации преподавателей, обучающих количественным методам анализа экономики. Желательно, чтобы эту программу можно было реализовать в наиболее сжатые сроки. Имеются существенные взаимосвязи между дисциплинами, которые необходимо отразить, составляя расписание занятий. Например, методы управления проектами должны рассматриваться лишь после того, как слушатели обсудят различные аспекты (коммерческие, финансовые, экономические, технические и др.) проектного анализа, связанные с жизненным циклом проекта.

Дисциплины и их взаимосвязь указаны в следующей таблице.

Найдите минимальное время, за которое можно выполнить программу. Какое количество дисциплин и какие находятся на критическом пути? Нарисуйте сетевой график проекта.

| Дисциплина | Непосредственно предшествующие дисциплины | Время изучения, дни |
|------------|-------------------------------------------|---------------------|
| <i>A</i>   | —                                         | 4                   |
| <i>B</i>   | —                                         | 6                   |
| <i>C</i>   | <i>A</i>                                  | 2                   |
| <i>D</i>   | <i>A</i>                                  | 6                   |
| <i>E</i>   | <i>C, B</i>                               | 3                   |
| <i>F</i>   | <i>C, B</i>                               | 3                   |
| <i>G</i>   | <i>D, E</i>                               | 5                   |

## Тестовые задания

### Задание 1.

На предприятии — два цеха. Проведены оптимизационные расчеты по определению программы развития предприятия с минимальными затратами. Получены оптимальный план и двойственные оценки ограничений по загрузке мощностей двух цехов. Оказалось, что двойственная оценка ограничений на производственные мощности первого цеха — строго положительная, а второго — равна нулю. Это означает, что:

- 1) информации для ответа недостаточно;
- 2) мощности обоих цехов недогружены;
- 3) мощности обоих цехов использованы полностью;
- 4) мощности цеха 1 использованы полностью, а цеха 2 недогружены;
- 5) мощности цеха 1 недогружены, а цеха 3 использованы полностью.

**Задание 2.** Рассмотрим следующую задачу линейного программирования:

$$4X + 10Y \rightarrow \max$$

при условиях

$$3X + 4Y \leq 480,$$

$$4X + 2Y \leq 360,$$

$$X \geq 0, Y \geq 0.$$

Множество допустимых планов имеет следующие четыре вершины: (48, 84), (0, 120), (0, 0), (90, 0). Чему равно оптимальное значение целевой функции?

Варианты ответов:

- 1) 1032; 2) 1200; 3) 360; 4) 1600;
- 5) ни одному из указанных значений.

### Задание 4.

Целью модели максимизации дохода является:

- 1) максимизация целевого фонда, необходимого для получения максимального дохода;
- 2) минимизация целевого фонда, необходимого для получения максимального дохода;
- 3) выбор срочного вклада с максимальной доходностью;
- 4) минимизация дохода при фиксированной величине целевого фонда;
- 5) максимизация дохода при фиксированной величине целевого фонда.

### Задание 5

Рассматривается открытая транспортная задача, в которой суммарные запасы  $M$  поставщиков меньше, чем суммарные потребности  $N$  потребителей. На сколько увеличится число переменных задачи после приведения ее к замкнутому виду?

Варианты ответов:

- 1) на  $N$ ; 2) на  $M$ ; 3) на  $N+M$ ; 4) на  $N \cdot M$ ; 5) останется без изменения.



**Задание 6.**

Оптимальный план задачи о назначениях можно представить в виде:

- 1) квадратной матрицы, в каждой строке которой находится одна единица;
- 2) квадратной матрицы, в каждом столбце которой находится одна единица;
- 3) квадратной матрицы, в каждой строке и в каждом столбце которой находится одна единица;
- 4) квадратной матрицы, в каждой строке которой находится хотя бы одна единица;
- 5) квадратной матрицы, в каждом столбце которой находится хотя бы одна единица.

**Задание 7.** Метод *CPM* разработан для:

- 1) описания проектов путем указания всех работ, предшествующих данной работе;
- 2) описания проектов путем представления каждой работы в виде пары узлов сети;
- 3) минимизации издержек на сокращение продолжительности проекта;
- 4) нахождения критического пути для проектов с заданным временем выполнения каждой работы;
- 5) нахождения критического пути для проектов с неопределенным временем выполнения работ.

**Задание 8.** Наиболее раннее время наступления события равно:

- 1) минимальной длине пути из данного узла в конечный;
- 2) максимальной длине пути из данного узла в конечный;
- 3) максимальной длине пути из начального узла в данный;
- 4) максимальному времени наиболее раннего окончания работ, входящих в данный узел;
- 5) минимальному времени наиболее позднего начала работ, выходящих из данного узла.

**Задание 9.** Уменьшение размера заказа в модели управления запасами приведет к следующему результату:

- 1) увеличению числа упущенных продаж и увеличению затрат на хранение;
- 2) уменьшению числа упущенных продаж и увеличению затрат на хранение;
- 3) уменьшению затрат на хранение и росту издержек на оформление заказов;
- 4) уменьшению затрат на хранение и снижению издержек на оформление заказов;
- 5) увеличению затрат на хранение и снижению издержек на оформление заказов.

**Задание 10.** Ремонт вышедших из строя компьютеров на экономическом факультете осуществляют три специалиста, работающие одновременно и независимо друг от друга. Модель такой системы массового обслуживания можно охарактеризовать как:

- 1) многоканальную с ограниченной популяцией;
- 2) одноканальную с неограниченной популяцией;
- 3) одноканальную с ограниченной популяцией;
- 4) одноканальную с ограниченной очередью;
- 5) многоканальную с неограниченной популяцией.

**Задание 11.** В теории массового обслуживания для описания простейшего потока заявок, поступающих на вход системы, используется распределение вероятностей:

- 1) нормальное;
- 2) экспоненциальное;
- 3) пуассоновское;
- 4) биномиальное;
- 5) ничто из вышеуказанного не является верным.

## Описание технологии проведения

Обучающиеся выполняют выданные тестовые задания в течение 30 минут. Ответ на вопрос теста предполагает выбор верной альтернативы из предложенных вариантов. Некоторые вопросы допускают выбор нескольких вариантов ответов.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Для оценивания тестовых заданий используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

Критерии оценивания тестовых заданий:

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если даны правильные ответы на 86-100% тестовых заданий, т.е. на 10-11 вопросов теста

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если даны правильные ответы на 70-85% тестовых заданий, т.е. на 8-9 вопросов теста

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если даны правильные ответы на 54-69% тестовых заданий, т.е. на 6-7 вопросов теста

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если даны правильные ответы менее чем на 54% тестовых заданий, т.е. на 5 и менее вопросов теста

## Контрольная работа

**Тема** *Линейное программирование как инструмент математического моделирования экономики. Прикладные задачи линейного программирования.*

### Вариант 1

**Задание 1.** Предприятие располагает ресурсами сырья и рабочей силы, необходимыми для производства двух видов продукции. Затраты ресурсов на изготовление одной тонны каждого продукта, прибыль, получаемая предприятием от реализации тонны продукта, а также запасы ресурсов указаны в следующей таблице:

|                                | Расход ресурса |           | Запас ресурсов |
|--------------------------------|----------------|-----------|----------------|
|                                | Продукт 1      | Продукт 2 |                |
| Сырье 1, т                     | 3              | 5         | 120            |
| Сырье 2, кг                    | 5              | 8         | 200            |
| Трудозатраты, час              | 14             | 12        | 400            |
| Прибыль на ед. продукции, т.р. | 30             | 35        |                |

Составит математическую модель линейного программирования для нахождения ассортиментного плана предприятия, максимизирующего суммарную прибыль предприятия?

**Задание 2.** Решить графическим способом следующую задачу:

$$F = 2x_1 + 6x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 \leq 4 \\ x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

**Задание 3.**

Выписать двойственную задачу:

$$F = 2x_1 - 13x_2 - 6x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 - x_2 + 3x_3 \geq 1 \\ x_1 - 2x_2 + x_3 \leq 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \leq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

**Вариант 2**

**Задание 1.** Предприятие располагает ресурсами сырья и рабочей силы, необходимыми для производства двух видов продукции. Затраты ресурсов на изготовление одной тонны каждого продукта, прибыль, получаемая предприятием от реализации тонны продукта, а также запасы ресурсов указаны в следующей таблице:

|                                | Расход ресурса |           | Запас ресурсов |
|--------------------------------|----------------|-----------|----------------|
|                                | Продукт 1      | Продукт 2 |                |
| Сырье 1, т                     | 7              | 4         | 140            |
| Сырье 2, кг                    | 4              | 9         | 180            |
| Трудозатраты, час              | 11             | 13        | 300            |
| Прибыль на ед. продукции, т.р. | 40             | 42        |                |

Составит математическую модель линейного программирования для нахождения ассортиментного плана предприятия, максимизирующего суммарную прибыль предприятия?

**Задание 2.** Решить графическим способом следующую задачу:

$$F = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 4 \\ x_1 + 2x_2 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 \leq 10 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

**Задание 3.**

Выписать двойственную задачу:

$$F = -6x_1 + 10x_2 + 9x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 + x_3 \geq 2 \\ x_1 - x_2 - x_3 \leq -1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \leq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

**20.2 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью итогового теста, к выполнению которого обучающийся допускается только после сдачи отчетов о выполнении лабораторных заданий по всем пройденным темам.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

1. Главные особенности моделирования как метода познания, необходимость его применения.
2. Типы экономико-математических моделей.
3. Математические и системные основы исследования операций: основные понятия, системный подход к анализу поставленной проблемы; выбор критериев качества функционирования и построение математических моделей организационных систем.
4. Классификация задач ИО.
5. Экономико-математическая модель оптимизации.
6. Общая постановка ЗЛП.
7. Графическая интерпретация задачи линейного программирования.
8. Теория двойственности. Взаимно-двойственные задачи линейного программирования и их свойства.
9. Основные теоремы двойственности. Объективно обусловленные оценки и их экономическая интерпретация.
10. Задачи оптимального планирования производства, экономическая интерпретация двойственной задачи, анализ решения задачи производственного планирования с помощью двойственных оценок.
11. Задачи о смесях.
12. Распределительные задачи.
13. Задачи оптимального раскроя материалов.
14. Задачи оптимального планирования финансов.
15. Транспортные задачи.
16. Задача о назначениях.
17. Общая постановка ЗЦЛП. Примеры задач целочисленного и дискретного программирования и методы их решения.
18. Основные понятия нелинейного программирования.
19. Методы решения задач нелинейной оптимизации. Теорема Куна-Таккера.
20. Примеры моделей нелинейной оптимизации для анализа экономических процессов.
21. Классификация игровых моделей.
22. Антагонистические игры (игры с нулевой суммой) и методы их решения.
23. Связь теории игр с линейным программированием.
24. Биматричные игры (позиционные игры с ненулевой суммой), доминирующие стратегии, равновесие по Нэшу.
25. Основы теории принятия решений.
26. Принятие решений в условиях неопределенности, игры с «природой».
27. Оптимальность по Парето.
28. Понятие об экспертных методах принятия решений.
29. Задачи управления запасами: детерминированные и стохастические.
30. Задачи сетевого планирования. Сетевой анализ проектов: методы CPM и PERT.
31. Модели систем массового обслуживания:
32. Модели динамического программирования.
33. Задачи упорядочения (теория расписаний). Задача о двух станках, алгоритм Джонсона, графики Ганта.

## Пример КИМ

УТВЕРЖДАЮ  
заведующий кафедрой ИТ и ММЭ  
д.э.н., доц. Щепина И.Н.

Направление подготовки / специальность 38.03.01 Экономика, бакалавр  
Дисциплина: Математические методы оптимизации экономических решений  
Промежуточная аттестация  
Вид контроля: зачет с оценкой

ФИО \_\_\_\_\_

### Контрольно-измерительный материал № 1

#### Задание 1

Модели, не учитывающие фактор времени, называются:

- 1) Микроэкономические;
- 2) Статистические;
- 3) Статические.

#### Задание 2

Рассмотрим следующую задачу линейного программирования:

$$12X + 10Y \rightarrow \max$$

при условиях

$$4X + 3Y \leq 480,$$

$$2X + 3Y \leq 360,$$

$$X \geq 0, Y \geq 0.$$

Какая из следующих точек с координатами  $(X, Y)$  не является допустимой?

Варианты ответов:

- 1) (20,90); 2) (80,80); 3) (0,0); 4) (0,100);
- 5) ни одна из указанных.

#### Задание 3

Ингредиенты  $j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) используются для приготовления смесей  $k$  ( $k = 1, \dots, m$ ). Пусть  $x_{jk}$  — количество  $j$ -го ингредиента, входящего в  $k$ -ю смесь;  $c_k$  — цена, по которой производитель продает готовую  $k$ -ю смесь;  $p_j$  — цена, по которой закупается  $j$ -й ингредиент. Тогда критерии максимизации прибыли в задаче оптимального смешения будут иметь следующий вид:

$$1) \sum_k c_k x_{jk} + \sum_j p_j x_{jk} \rightarrow \max;$$

$$2) \sum_j p_j x_{jk} \rightarrow \max;$$

$$3) \sum_k c_k x_{jk} \rightarrow \max;$$

$$4) \sum_k c_k x_{jk} - \sum_j p_j x_{jk} \rightarrow \max;$$

$$5) \sum_j p_j x_{jk} - \sum_k c_k x_{jk} \rightarrow \max.$$

#### Задание 4

Решить задачу линейного программирования графическим методом:

$$F = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 4 \\ -x_1 + 2x_2 \geq 2 \\ x_1 + 2x_2 \leq 10 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

#### Задание 5

Оптимальный план задачи о назначениях можно представить в виде:

- 1) квадратной матрицы, в каждой строке которой находится одна единица;
- 2) квадратной матрицы, в каждом столбце которой находится одна единица;
- 3) квадратной матрицы, в каждой строке и в каждом столбце которой находится одна единица;
- 4) квадратной матрицы, в каждой строке которой находится хотя бы одна единица;
- 5) квадратной матрицы, в каждом столбце которой находится хотя бы одна единица.

#### Задание 6

Имеются две работы  $r_1, r_2$  и трое рабочих  $L_1, L_2$  и  $L_3$ , каждый из которых может выполнить любую работу. Элемент  $a_{ij}$  матрицы  $A$  показывает время, необходимое рабочему  $i$  для выполнения работы  $j$ :

Матрица A

| работа   | R1 | R2 |
|----------|----|----|
| работник |    |    |
| L1       | 1  | 4  |
| L2       | 2  | 3  |
| L3       | 3  | 5  |

Решите задачу о назначениях. Чему равно минимальное время выполнения двух работ?

#### Задание 7

Метод CPM разработан для:

- 1) описания проектов путем указания всех работ, предшествующих данной работе;
- 2) описания проектов путем представления каждой работы в виде пары узлов сети;
- 3) минимизации издержек на сокращение продолжительности проекта;
- 4) нахождения критического пути для проектов с заданным временем выполнения каждой работы;
- 5) нахождения критического пути для проектов с неопределенным временем выполнения работ.

#### Задание 8

Модель называется стохастической, если:

- 1) функции пополнения запасов и расхода — не случайные величины;
- 2) функция пополнения запасов изменяется во времени;
- 3) хотя бы одна из функций пополнения запасов и расхода — случайная величина;

- 4) функция расхода изменяется во времени;
- 5) функция пополнения запасов линейно возрастает.

### **Задание 9**

Мистер Бобров приобретает в течение года 1500 телевизоров для розничной продажи в своем магазине. Издержки хранения каждого телевизора равны 45 руб. в год. Издержки заказа — 150 руб. Количество рабочих дней в году равно 300, время выполнения заказа — 6 дней.

Вопросы:

1. Каков оптимальный размер заказа?
2. Чему равны годовые издержки заказа?
3. Чему равна точка восстановления запаса?

### **Задание 10**

В задаче оптимального выбора из 10 работ для проекта развития предприятия сформулировано дополнительное условие: в проекте реализуются и работа  $x_9$ , и работа  $x_3$ . Запишите дополнительное ограничение для данной задачи.

### **Примерные темы курсовых работ по дисциплине**

1. Методы линейной оптимизации и их использование для решения экономических задач
2. Задачи планирования производства и методы их решения
3. Задачи планирования закупок и методы их решения
4. Использование методов оптимизации в задачах рекламы и маркетинга
5. Задачи о смесях и методы их решения
6. Задачи оптимального распределения взаимозаменяемых ресурсов и методы их решения
7. Использование методов оптимизации в задачах финансового планирования
8. Задачи раскроя и упаковки и методы их решения
9. Модели производственного расписания и календарного планирования
10. Использование методов оптимизации в транспортных задачах и задачах логистики
11. Задачи о назначениях и отборе и методы их решения.
12. Задачи дискретной оптимизации.
13. Особенности решения задач целочисленной оптимизации.
14. Методы нелинейной оптимизации и их использование для решения экономических задач
15. Особенности разработки управленческих решений в условиях неопределенности и рисков
16. Использование экспертных методов в задачах принятия управленческих решений
17. Информационные технологии и системы поддержки принятия управленческих решений
18. Планирование и анализ проектов в условиях определенности.
19. Оптимальное управление запасами (детерминированные модели)
20. Оптимальное управление запасами с учетом случайных факторов
21. Методы управления проектами с учетом случайных вариаций времени выполнения работ
22. Задачи маршрутизации и методы их решения
23. Задача о максимальном потоке
24. Оценка эффективности систем массового обслуживания и методы их оптимизации
25. Антагонистические игры двух лиц и методы их решения
26. Матричные игры и их применения в экономике

27. Задачи многокритериальной оптимизации и методы их решения
28. Схемы динамического программирования в задачах оптимального управления
29. Решения задач принятия решений в условиях неопределенности и риска на основе игр с природой
30. Методы учета и оценки рисков в экономических задачах принятия решений
31. Сетевые модели как современные методы анализа экономических процессов
32. Использование методов теории графов для решения экономических задач
33. Использование методов имитационного моделирования для решения экономических задач
34. Современное программное обеспечение для решения задач анализа и оптимизации экономических процессов
35. Методы нейросетевого моделирования в экономике
36. Методы принятия решений и парадоксы выбора
37. Оптимизация использования ресурсов в цифровой экономике
38. Особенности принятия решений в цифровой экономике

Курсовая работа защищается на кафедре. Оценку выставляет руководитель курсовой работы

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 (отлично)           | <ul style="list-style-type: none"> <li>— Работа полностью соответствует теме, актуальна и логически структурирована.</li> <li>— Теоретическая часть глубокая, системная, с использованием современных источников(включая научные статьи).</li> <li>— Практическая часть содержит корректную формализацию экономической задачи, обоснованный выбор метода</li> <li>— Решение выполнено без ошибок, с использованием программных средств(Excel, Python, AnyLogic, R, QM for Windows и т.п.).</li> <li>— Результаты грамотно интерпретированы, сделаны самостоятельные выводы и рекомендации.</li> <li>— Оформление соответствует требованиям (ГОСТ, список литературы, приложения).</li> </ul>                 |
| 4 (хорошо)            | <ul style="list-style-type: none"> <li>— Работа соответствует теме, структура логична.</li> <li>— Теоретическая часть достаточна, но может содержать небольшие пробелы или недостаток критического анализа.</li> <li>— Практическая часть выполнена корректно, метод выбран обоснованно, решение в основном верное, возможны незначительные погрешности в расчётах или интерпретации.</li> <li>— Используются программные инструменты, но без углублённой настройки.</li> <li>— Выводы адекватны, но шаблонны или недостаточно связаны с экономическим контекстом.</li> <li>— Оформление в целом соответствует требованиям, есть мелкие замечания (оформление ссылок, подписи к рисункам и т.п.).</li> </ul> |
| 3 (удовлетворительно) | <ul style="list-style-type: none"> <li>— Работа соответствует теме формально, но слабо раскрывает её суть.</li> <li>— Теоретическая часть поверхностная, в основном на основе учебников, без анализа альтернативных подходов.</li> <li>— Практическая часть выполнена частично: задача сформулирована, но метод применён механически, без</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |



|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | <p>обоснования; возможны существенные упрощения или ошибки в логике решения.</p> <p>— Использование программных средств минимальное или отсутствует.</p> <p>— Выводы общие, не опираются на полученные результаты.</p> <p>— Оформление с нарушениями(неполный список литературы, отсутствие приложений, несоблюдение структуры).</p> <p>— Работа требует доработки, но демонстрирует базовое понимание темы.</p>                                                                                                                                                                                                      |
| 2<br>(неудовлетворительно) | <p>— Работа не соответствует заявленной теме или содержит много ошибок в понимании метода.</p> <p>— Теоретическая часть скопирована без переосмысления, с нарушением авторских прав (плагиат).</p> <p>— Практическая часть отсутствует или содержит критические ошибки(неправильная постановка задачи, неверный метод, отсутствие решения).</p> <p>— Нет интерпретации результатов или она противоречит здравому смыслу.</p> <p>— Оформление не соответствует требованиям: отсутствует структура, нет списка литературы, работа не завершена.</p> <p>— Работа не демонстрирует владение компетенциями дисциплины.</p> |

Оценка по курсовой работе учитывается при выставлении итоговой оценки

#### Описание критериев и шкалы оценивания при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используются следующие показатели:

- владение понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины,
- способность иллюстрировать ответ примерами практического использования теоретического материала,
- способность связать вопросы теории с практическими заданиями,
- применять теоретические знания для решения практических задач,
- ориентация в функциональных возможностях изучаемых программных продуктах,
- грамотная, уверенная, связанная речь при устном ответе,
- способность быстро ориентироваться в материале, отвечая на дополнительные вопросы в рамках изучаемого объема.

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

| Критерии оценивания компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано <b>знание</b> основ теории оптимизации и методов принятия решений, необходимых для решения финансовых и экономических задач, а также знание современных программных продуктов, необходимых для решения экономико-статистических задач; <b>умение</b> применять оптимизационные методы для решения экономических задач, выбирать рациональные варианты действий в практических задачах принятия решений с использованием экономико-математических моделей, осуществлять выбор соответствующего | <i>Повышенный уровень</i>            | <i>Отлично</i> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                              |                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| математического инструментария, необходимого для проведения расчетов и обработки полученных данных, в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов, обосновывать полученные выводы; <b>владение</b> навыками применения современного математического инструментария для решения экономических задач, методикой построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния и прогноза развития экономических явлений и процессов, навыками самостоятельной исследовательской работы. |                              |                                  |
| Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных критериев, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано уверенное владение материалом или содержатся отдельные пробелы и неточности в ответе на вопрос КИМ.                                                                                                                                                                                                                      | <i>Базовый<br/>уровень</i>   | <i>Хорошо</i>                    |
| Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум (трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания отдельных разделов дисциплины, допускает существенные ошибки в формулировании ответа на поставленные в КИМ вопросы.                                                                                                                                                                                                      | <i>Пороговый<br/>уровень</i> | <i>Удовлетвори-<br/>тельно</i>   |
| Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем (четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки в ответе на вопрос КИМ, затрудняется ответить на дополнительные вопросы.                                                                                                                                                                                                                                                     | –                            | <i>Неудовлетвори-<br/>тельно</i> |