

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Хоружий, Л.И. Хоружий, Л.И.

Должность: Директор института экономики и управления АПК

Дата подписания: 2025.08.28

Уникальный электронный ключ:

1e90b132d9b04fceb7585160b015dddf2cb1e6a9



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**

**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт экономики и управления АПК

Кафедра прикладной информатики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

экономики и управления АПК

Л.И. Хоружий

“ 28 ” 08 2025 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.О.10 Исследование операций и методы оптимизации**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 09.03.03 Прикладная информатика

Направленность: Системы искусственного интеллекта


Курс 2

Семестр 4

Форма обучения: очная


Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик (и): Худякова Е.В., д.э.н., профессор   
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

---

« 28 » августа 2025 г.

Рецензент: Торопцев В.В., к.т.н., доцент   
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»


Программа обсуждена на заседании кафедры прикладной информатики  
протокол №1 от « 28 » августа 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой  
прикладной информатики Худякова Е.В., д.э.н., профессор   
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

« 28 » августа 2025 г.

### Согласовано:


Председатель учебно-методической комиссии  
института экономики и управления АПК

Гупалова Т.Н., к.э.н., доцент   
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

« 28 » августа 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой  
прикладной информатики Худякова Е.В., д.э.н., профессор   
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

« 28 » августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ  Сидорова А.А.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	11
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>16</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	17
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	25
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>26</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	26
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	27
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	27
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕР-НЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>28</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....</b>	<b>28</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>28</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>30</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	30
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>31</b>

## Аннотация

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.10 «Исследование операций и методы оптимизации» для подготовки бакалавра по направлению 09.03.03 Прикладная информатика направленности «Системы искусственного интеллекта»**

**Цель освоения дисциплины:** формирование у студентов компетенций, научного математического мышления, ознакомления с теоретическими основами применения методов исследования операций и практическое освоение математических методов, которые могут использоваться при анализе и решении социально-экономических задач.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть дисциплин учебного плана (Б1.О.) по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3), ПК-4 (МФ-3. Базовый уровень).1.

**Краткое содержание дисциплины:**

Математические методы и модели в экономике. Графический метод решения задач линейного программирования. Симплексный метод решения задач линейного программирования. Метод искусственного базиса. Основы теории двойственности. Транспортная задача. Задача о назначении. Целочисленное программирование. Дробно-линейное программирование. Динамическое программирование. Элементы теории игр. Линейная модель оптимизации размера и структуры посевных площадей.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 4 зачетные единицы (144/4 часа/часа).

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой в 4 семестре.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» формирование у студентов системы компетенций, научного математического мышления, ознакомление с теоретическими основами применения методов исследования операций и практическое освоение математических методов, которые могут использоваться при анализе и решении социально-экономических задач.

Задачи:

- сформировать представление о теоретических основах использования методов исследования операций, в т.ч. методов математического программирования;
- приобрести навыки математической формализации социально-экономических задач, решаемых с помощью методов исследования операций;

- изучить основные алгоритмы и методы решения задач исследования операций, а также технику работы с программными средствами, предназначенными для этих целей.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» включена в обязательную часть учебного плана. Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.03.03 Прикладная информатика.

Предшествующими курсами, на которых базируется дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации», являются «Математический анализ», «Теория вероятностей», «Линейная алгебра», «Теоретические основы информатики», «Алгоритмизация и программирование».

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Информационные системы и технологии», «Моделирование систем АПК», «Управление информационными системами в АПК», «Проектирование пользовательских интерфейсов ЭИС АПК», «Системы поддержки принятия решений в АПК».

Рабочая программа дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	Уровни освоения индикаторов компетенции		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-6	Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	ОПК-6.1 Знать: основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.	Знать основные математические свойства моделей и методов оптимизации, которые могут использоваться при анализе и решении различных социально-экономических задач	Уметь применять основные математические свойства моделей и методов оптимизации, которые могут использоваться при анализе и решении различных социально-экономических задач	Владеть навыками применения основных математических свойств моделей и методов оптимизации, которые могут использоваться при анализе и решении различных социально-экономических задач
			ОПК-6.2 Уметь: применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и	Знать математический инструментарий и программные средства (MS Excel «Поиск решения») для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий	Уметь применять математический инструментарий и программные средства (MS Excel «Поиск решения») для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий	Владеть математическим инструментарием и программными средствами (MS Excel «Поиск решения») для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компе- тенций	Уровни освоения индикаторов компетенции		
				знать	уметь	владеть
			надежности информа- ционных систем и тех- нологий			
			ОПК-6.3 Владеть: навыками проведения инженер- ных расчетов основ- ных показателей ре- зультативности созда- ния и применения ин- формационных систем и технологий	Знать математические методы и модели для установления причинно- следственных связей в проведении инженерных расчетов основных пока- зателей результативно- сти создания и примене- ния информационных систем и технологий	Уметь применять мате- матические методы и модели для установле- ния причинно-след- ственных связей в про- ведении инженерных расчетов основных пока- зателей результативно- сти создания и примене- ния информационных систем и технологий	Навыками применения математических мето- дов и моделей для установления при- чинно-следственных связей в проведении инженерных расчетов основных показателей результативности со- здания и применения информационных си- стем и технологий
2.	ПК-4 (MF-3)	Способен применять совре- менные методы оптимиза- ции для обучения моделей машинного обучения, настройки гиперпараметров и решения задач искусствен- ного интеллекта.	ПК-4 (MF-3. Базовый уровень).1. Индикатор: Приме- няет методы оптими- зации для разработки и исследования обу- чающих алгоритмов.	Знать типовые градиент- ные алгоритмы для ре- шения типовых задач оптимизации и обуче- ния, понимает основные теоретические аспекты градиентных алгорит- мов, их классификацию и области применения.	Уметь применять типо- вые градиентные алго- ритмы для решения ти- повых задач оптимиза- ции и обучения, основ- ные теоретические ас- пекты градиентных ал- горитмов, их классифи- кацию и области приме- нения.	Владеть типовыми гра- диентными алгорит- мами для решения ти- повых задач оптимиза- ции и обучения.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. единицы (144 часа), их распределение по видам работ и семестрам представлено в табл. 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час./*	в т.ч. по семестрам
		№ 4
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>82,35/4</b>	<b>82,35/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>82,35/4</b>	<b>82,35/4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	34	34
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	48/4	48/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>61,65</b>	<b>61,65</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, тестированию и т.д.)</i>	52,65	52,65
<i>Подготовка к зачету с оценкой</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:		зачет с оценкой

\* в том числе практическая подготовка

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/*	ПКР	
Раздел 1 «Введение. Экономико-математические методы и модели»	21	2	4	-	15
Раздел 2 «Оптимизационные методы и модели в экономике»	100/2	30	40/2	-	30
Раздел 3 «Математические методы и модели принятия решений в условиях неопределенности»	22,65/2	2	4/2	-	16,65
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	-	-	0,35	-
<b>Всего за 4 семестр</b>	<b>144/4</b>	<b>34</b>	<b>48/4</b>	<b>0,35</b>	<b>61,65</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144/4</b>	<b>34</b>	<b>48/4</b>	<b>0,35</b>	<b>61,65</b>

\* в том числе практическая подготовка

## **Раздел 1. Введение. Экономико-математические методы и модели**

### **Тема 1. Математические методы и модели в экономике**

Предмет и задачи курса. Значение и объективная обусловленность использования методов исследования операций в экономике. Понятие математического моделирования и модели. Классификация экономико-математических моделей и задач математического программирования, их краткая характеристика. История развития методов математического программирования. Примеры планово-экономических задач, при решении которых могут использоваться математические методы.

Предмет линейного программирования. Запись задачи линейного программирования в общем виде. Параметры математической модели линейного программирования. Критерий выбора решения и целевая функция. Допустимое множество. Понятие о формах записи задачи линейного программирования (исходная, каноническая) и правила перехода от одной формы к другой. Понятие базисной и свободной переменной, базисного и опорного решений.

## **Раздел 2. Оптимизационные методы и модели в экономике**

### **Тема 2. Графический метод решения задач линейного программирования**

Геометрический смысл неравенства  $a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 \leq a_{i0}$ . Область допустимых решений. Линия уровня. Вектор-градиент. Оптимальное решение. Возможные варианты графического решения для двух переменных. Соответствие понятий геометрической интерпретации при  $n=2$ ,  $3$  и  $n>3$ .

### **Тема 3. Симплексный метод решения задач линейного программирования. Метод искусственного базиса**

Симплексный метод как реализация принципа последовательного улучшения опорного решения. Алгоритм симплексного метода для решения стандартной задачи в полных таблицах. Особенности решения задачи линейного программирования в полных таблицах (признак неограниченности линейного функционала, несовместности системы ограничений, оптимального решения, единственности и альтернативности оптимального плана, вырожденного решения) и на минимум целевой функции.

Понятие об искусственном базисе. М-задача. Теоремы о соотношении решения исходной и М-задачи. Признаки неразрешимости исходной задачи. Алгоритм

симплекс-метода для решения задач линейного программирования с искусственным базисом.

#### **Тема 4. Основы теории двойственности**

Понятие о двойственной задаче, правила ее записи. Экономический смысл прямой и двойственной задачи. Свойства двойственных задач (теоремы двойственности). Запись оптимального решения прямой и двойственной задач. Двойственные (объективно обусловленные) оценки, их экономический смысл и основные свойства. Использование двойственных оценок и коэффициентов последней симплексной таблицы в анализе оптимального решения.

#### **Тема 5. Транспортная задача**

Постановка, особенности и математическая запись транспортной задачи. Примеры планово-экономических задач, сводящихся к транспортной. Таблица для записи условий транспортной задачи и ее решения.

Закрытая и открытая модели транспортной задачи. Теорема о разрешимости транспортной задачи. Способы сведения открытой модели транспортной задачи к закрытой.

Методы получения исходного опорного решения. Метод потенциалов. Формулы подсчета потенциалов строк и столбцов и оценок свободных клеток. Признак оптимальности решения. Улучшение опорного решения.

#### **Тема 6. Задача о назначении**

Постановка и математическая запись задачи. Венгерский алгоритм решения задачи (решение на максимум и минимум). Примеры задач.

#### **Тема 7. Целочисленное программирование**

Примеры задач линейного программирования, учитывающих условия целочисленности переменных. Постановка и математическая запись целочисленной задачи. Метод Гомори. Алгоритм решения задач в симплексных таблицах.

#### **Тема 8. Дробно-линейное программирование**

Задачи дробно-линейного программирования с однородной и неоднородной целевой функцией. Применение дробно-линейного программирования в планово-экономических расчетах. Сведение задач дробно-линейного программирования к задаче линейного программирования.

#### **Тема 9. Динамическое программирование**

Понятие о динамической задаче. Примеры экономических задач, представленных в терминах динамического программирования. Описание динамического

процесса управления. Особенности многошаговых задач, решаемых методом динамического программирования. Принцип оптимальности Р.Беллмана. Решение задач динамического программирования.

#### **Тема 10. Линейная модель оптимизации размера и структуры посевных площадей**

Постановка задачи. Подготовка исходной информации. Система переменных. Система ограничений. Анализ оптимального решения.

### **Раздел 3. Математические методы и модели принятия решений в условиях неопределенности**

#### **Тема 12. Элементы теории игр**

Теория игр – математическая теория конфликтных ситуаций. Основные понятия теории игр. Классификация игр. Запись матричной игры в виде платежной матрицы. Понятие о нижней и верхней цене игры, седловой точке. Решение игр в чистых и смешанных стратегиях. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования. Игры с природой. Критерии выбора оптимальной чистой стратегии: критерии Вальда, Сэвиджа, Гурвица, Лапласа.

### **4.3 Лекции/практические занятия**

Таблица 4

#### **Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия**

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Введение. Экономико-математические методы и модели</b>				<b>6</b>
	Тема 1. Математические методы и модели в экономике	Лекция № 1. Математические методы и модели в экономике	ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	-	2
		Практическое занятие № 1. Формы записи задач линейного программирования	ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ПК-4 (MF-3).1	защита практической работы	4
2.	<b>Раздел 2. Оптимизационные методы и модели в экономике</b>				<b>70/2</b>

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Форми- руемые компе- тенции (индик аторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
	Тема 2. Графиче- ский метод ре- шения задач ли- нейного про- граммирования	Лекция № 2. Графический ме- тод решения задач линейного программирования	ОПК- 6.1 ОПК- 6.2 ОПК- 6.3	-	2
		Практическое занятие № 2. Ре- шение задач линейного про- граммирования с двумя пере- менными графическим спосо- бом	ОПК- 6.1 ОПК- 6.2 ОПК- 6.3	защита практи- ческой работы	4
	Тема 3. Сим- плексный метод решения задач линейного про- граммирования. Метод искус- ственного базиса	Лекция 3. Симплексный метод решения задач линейного про- граммирования. Метод искус- ственного базиса	ОПК- 6.1 ОПК- 6.2 ОПК- 6.3	-	4
		Практическое занятие № 3. Ре- шение задач в полных сим- плексных таблицах	ОПК- 6.1 ОПК- 6.2 ОПК- 6.3	защита практи- ческой работы	2
		Практическое занятие № 4. Ре- шение задач методом искус- ственного базиса	ОПК- 6.1 ОПК- 6.2 ОПК- 6.3	защита практи- ческой работы	2
		Практическое занятие № 5. Ре- шение задач линейного про- граммирования в приложении MS Excel «Поиск решения»	ОПК- 6.1 ОПК- 6.2 ОПК- 6.3	защита практи- ческой работы	2
	Тема 4. Основы теории двой- ственности	Лекция № 4. Основы теории двойственности	ОПК- 6.1 ОПК- 6.2 ОПК- 6.3	-	2
		Практическое занятие № 6. За- пись двойственной задачи и ее решение. Анализ оптималь- ного решения с помощью	ОПК- 6.1 ОПК- 6.2	защита практи- ческой работы	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		двойственных оценок ограничений	ОПК-6.3 ПК-4 (МФ-3. Базовый уровень).1		
		Кейсбук от АО «Россельхозбанк» «Система поддержки принятия решений для агрономов»	ПК-4 (МФ-3. Базовый уровень).1	решение кейс-задачи от «якорного» индустриального партнера АО «Россельхозбанк»	2
	Тема 5. Транспортная задача	Лекция № 5. Транспортная задача	ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	-	4
		Практическое занятие № 7. Решение транспортной задачи методом потенциалов и на ПК	ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	защита практической работы	4/2
	Тема 6. Задача о назначении	Лекция № 6. Задача о назначении	ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	-	2
		Практическое занятие № 8. Решение задач о назначении венгерским алгоритмом и на ПК	ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	защита практической работы	2
	Тема 7. Целочисленное программирование	Лекция № 7. Целочисленное программирование	ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	-	4
		Практическое занятие № 9. Решение задач целочисленного	ОПК-6.1	защита практической работы	4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Форми- руемые компе- тенции (индик- аторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
		программирования методом Гомори	ОПК- 6.2 ОПК- 6.3		
	Тема 8. Дробно- линейное про- граммирование	Лекция № 8. Дробно-линейное программирование	ОПК- 6.1 ОПК- 6.2 ОПК- 6.3	-	4
		Практическое занятие № 10. Решение задач дробно-линей- ного программирования	ОПК- 6.1 ОПК- 6.2 ОПК- 6.3	защита практи- ческой работы	4
	Тема 9. Динами- ческое програм- мирование	Лекция № 9. Динамическое программирование	ОПК- 6.1 ОПК- 6.2 ОПК- 6.3	-	4
		Практическое занятие № 11. Решение задач динамического программирования	ОПК- 6.1 ОПК- 6.2 ОПК- 6.3 ПК-4 (МФ-3. Базо- вый уро- вень).1	защита практи- ческой работы	2
		Кейсбук от АО «Россель- хозбанк» «Интеллектуальная система анализа клиентских обращений»	ПК-4 (МФ-3. Базо- вый уро- вень).1	решение кейс- задачи от «якорного» ин- дустриального партнера АО «Россель- хозбанк»	2
		Практическое занятие № 12. Решение задач по распределе- нию инвестиций между пред- приятиями	ОПК- 6.1 ОПК- 6.2 ОПК- 6.3	защита практи- ческой работы	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 10. Линейная модель оптимизации структуры и размера посевных площадей	Лекция № 10. Линейная модель оптимизации структуры и размера посевных площадей	ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	-	4
		Практическое занятие № 13. Разработка и решение линейной модели оптимизации размера и структуры посевных площадей	ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	защита практической работы	6
3.	<b>Раздел 3. Математические методы и модели принятия решений в условиях неопределенности</b>				<b>6/2</b>
	Тема 11. Элементы теории игр	Лекция № 11. Элементы теории игр	ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	-	2
		Практическое занятие № 14. Решение матричной игры в чистых и смешанных стратегиях	ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	защита практической работы	2
		Практическое занятие № 15. Решение задач в условиях неопределенности (игры с «природой»)	ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3	защита практической работы	2/2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Введение. Экономико-математические методы и модели</b>		
1.	Тема 1. Математические методы и модели в экономике	История развития методов математического программирования. Примеры планово-экономических задач, при решении которых могут использоваться методы и модели исследования операций. ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3
<b>Раздел 2. Оптимизационные методы и модели в экономике</b>		
2.	Тема 2. Графический метод решения задач	Графический метод решения задач линейного программирования с двумя перемен. ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	линейного программирования	
3.	Тема 4. Основы теории двойственности	Свойства двойственных задач (теоремы двойственности). Работа над кейсбуком от АО «Россельхозбанк» ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ПК-4 (МФ-3. Базовый уровень).1
4.	Тема 5. Транспортная задача	Видоизменения транспортной задачи (блокировка перевозок, ограничение пропускной способности, совместный учет производственных и транспортных затрат). ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3
<b>Раздел 3. Математические методы и модели принятия решений в условиях неопределенности</b>		
5.	Тема 11. Элементы теории игр	Сведение матричной игры к задаче линейного программирования. Игры с природой. ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3

## 5. Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины используются следующие современные методики и технологии обучения:

- гибкая архитектура программ – 25% содержания ежегодно обновляется с участием индустрии с учетом отраслевой направленности;
- адаптивные технологии взаимодействия с профессионалами из индустрии (наставничество, кейсы от индустриальных партнеров);
- проектно-соревновательный подход – хакатоны и командные решения отраслевых задач;
- проблемно-ориентированное обучение – работа над кейсами от индустриальных партнёров;
- решение практических задач на практических занятиях в лабораториях центра «Институт цифровой трансформации в АПК».

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Математические методы и модели в экономике	Л	Лекция – беседа с мультимедийной презентацией
2.	Основы теории двойственности	Л	Лекция – беседа с мультимедийной презентацией
3.	Симплексный метод решения задач линейного программирования	ПЗ	Организационная методика: метод «эстафета»
4.	Транспортная задача	ПЗ	Организационная методика: метод «эстафета»
5.	Решение транспортных задач методом потенциалов и на ПК	ПЗ	Работа в малых группах
6.	Решение задач дробно-линейного программирования	ПЗ	Работа в малых группах

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
7.	Основы теории двойственности. Динамическое программирование	Кейс-задачи	Кейсбук от АО «Россельхозбанк»

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

#### 1) Задания практических работ

*Практическая работа № 1. Формы записи задач линейного программирования*  
Задание. Математически формализовать условие задачи, перейти от исходной формы к канонической, записать экономический смысл дополнительных переменных.

#### Задача 1

Организация располагает следующими ресурсами: пашня – 1300 га, минеральные удобрения – 1100 ц д.в., трудовые ресурсы – 42000 чел.-ч. Выращиваются озимая пшеница, рожь и гречиха, информация по которым представлена в табл. 2.

Таблица 2

#### Урожайность, затраты ресурсов и цены реализации продукции

Наименование показателей	Название культур		
	озимая пшеница	рожь	гречиха
Урожайность, ц/га	27,0	23,0	15,0
Затраты труда, чел.-ч/га	32,2	28,5	35,0
Затраты удобрений, ц д.в./га	0,8	0,6	1,0
Себестоимость, ден.ед./ц	6,0	7,0	12,0
Цена реализации, ден.ед./ц	11,6	10,2	23,0

Найти оптимальные площади посевов культур, обеспечивающие максимум прибыли.

#### Задача 2

Организация располагает следующими ресурсами: пашня – 1000 га, трудовые ресурсы – 90000 чел.-ч. Выращиваются озимая пшеница, рожь и картофель, информация по которым представлена в табл. 3.

Таблица 3

#### Урожайность, затраты ресурсов и цены реализации продукции

Наименование показателей	Название культур
--------------------------	------------------

	озимая пшеница	рожь	картофель
Урожайность, ц/га	30,0	23,0	150,0
Затраты труда, чел.-ч/га	32,2	28,5	200,0
Себестоимость, ден.ед./ц	6,0	6,5	5,0
Цена реализации, ден.ед./ц	8,6	8,0	7,5

Объем производства зерна должен составлять не менее 1500 т.

Найти оптимальные площади посевов культур, обеспечивающие максимум прибыли.

### Задача 3

Организация располагает следующими ресурсами: пашня – 1200 га, трудовые ресурсы – 100000 чел.-ч. Выращиваются озимая пшеница, рожь и картофель, информация по которым представлена в табл. 4.

Таблица 4

### Урожайность, затраты ресурсов и цены реализации продукции

Наименование показателей	Название культур		
	озимая пшеница	рожь	картофель
Урожайность, ц/га	25,0	20,0	180,0
Затраты труда, чел.-ч/га	30,2	26,5	220,0
Себестоимость, ден.ед./ц	7,0	8,0	5,5
Цена реализации, ден.ед./ц	8,6	8,7	7,5

Объем производства зерна должен составлять не менее 20000 ц. Удельный вес посевов ржи в общей площади зерновых культур не менее 20%.

Найти оптимальные площади посевов культур, обеспечивающие максимум прибыли.

*Практическая работа № 2. Решение задач линейного программирования с двумя переменными графическим методом*

Задание. Решить графическим методом задачи линейного программирования на максимальное и минимальное значения целевой функции.

<b>1.</b> $Z = x_1 - 2x_2$ $\begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 1 \\ x_1 - x_2 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 \leq 1 \\ x_1 \geq 0; x_2 \geq 0 \end{cases}$	<b>2.</b> $Z = -x_1 + x_2$ $\begin{cases} 2x_1 - x_2 \leq 6 \\ 3x_1 + x_2 \leq 3 \\ x_1 + 4x_2 \leq 8 \\ x_1 \geq 1 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$
<b>3.</b> $Z = 4x_1 + x_2$ $\begin{cases} 3x_1 + 5x_2 \leq 15 \\ 4x_1 + 4x_2 \leq 16 \\ 2x_1 + x_2 \leq 6 \\ x_1 \geq 0; x_2 \geq 0 \end{cases}$	<b>4.</b> $Z = 2x_1 + x_2$ $\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 \leq 6 \\ x_2 \leq 6 \\ 2x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ x_1 \geq 0; x_2 \geq 0 \end{cases}$

*Практическая работа № 3. Решение задач в полных симплексных таблицах*

Задание. Решить задачу симплексным методом в полных таблицах, сделать выводы и выписать оптимальное решение из последней симплексной таблицы.

Организация для производства двух видов продукции использует два вида производственных ресурсов: А, В.

Вид ресурса	Расход ресурсов на единицу вида продукции, ед.*		Всего ресурсов, ед.
	1	2	
А	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{10}$
В	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{20}$
Стоимость единицы вида продукции, ден.ед.	$C_1$	$C_2$	-

\*) Если коэффициент при какой-либо переменной отрицательный, то предполагается, что соответствующий ресурс в данном процессе производится, а не расходуется.

Ресурсы могут быть недоиспользованы. Найти такое соотношение производства этих видов продукции, которое обеспечит максимальный объем производства продукции в стоимостном выражении.

Вариант	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{10}$	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{20}$	$C_1$	$C_2$	$C_0$
1	1	2	3	1	1	1	1	2	4
2	2	4	8	2	2	4	2	1	3
3	-1	1	2	1	2	10	1	3	5

*Практическая работа № 4. Решение задач методом искусственного базиса*

Задание. Решить задачу методом искусственного базиса.

$$Z = C_1 \cdot X_1 + C_2 \cdot X_2 + C_0$$

$$a_{i1} \cdot X_1 + a_{i2} \cdot X_2 (\geq, \leq) a_{i0}, \quad i = 1 \div m$$

$$X_1 \geq 0, \quad X_2 \geq 0$$

№ варианта	$X_1$	$X_2$	Тип ограничения			№ варианта	$X_1$	$X_2$	Тип ограничения	
	$a_{i1}$	$a_{i2}$	$\geq, \leq$	$a_{i0}$			$a_{i1}$	$a_{i2}$	$\geq, \leq$	$a_{i0}$
<b>1</b>						<b>2</b>				
maxZ	-1	-2		-3		minZ	1	2		5
	1	1	$\geq$	4			-1	1	$\geq$	4
	2	1	$\geq$	2			2	-1	$\geq$	2
	1	2	$\geq$	2			-1	2	$\geq$	2
<b>3</b>						<b>4</b>				
maxZ	-1	-2		4		minZ	1	1		6
	1	1	$\leq$	7			1	1	$\leq$	7
	2	1	$\geq$	2			-2	1	$\geq$	2
	1	2	$\geq$	2			1	-2	$\geq$	2

*Практическая работа № 5. Решение задач линейного программирования в приложении MS Excel «Поиск решения»*

Задание. Решить задачи из практической работы № 3 в приложении MS Excel «Поиск решения».

*Практическая работа № 6. Запись двойственной задачи и ее решение. Анализ оптимального решения с помощью двойственных оценок ограничений*

Задание. Записать двойственную задачу к задаче из практической работы № 2. Решить задачу симплексным методом. Проанализировать оптимальное решение с помощью двойственных оценок ограничений.

*Практическая работа № 7. Решение транспортных задач методом потенциалов и на ПК*

Задание. Решить транспортную задачу методом потенциалов и на ПК.

**Задача.** В состав зернового севооборота входят следующие культуры: пшеница, ячмень, овес. Поле зерновых состоит из участков. Известна урожайность культур на каждом участке.

Составить оптимальный план посева зерновых культур так, чтобы обеспечить максимум валового сбора зерна.

#### Варианты заданий

Номер варианта	Планируемые площади	Номера участков	Номер варианта	Планируемые площади	Номера участков
1	а	3,4,5	16	п	1,2,3
2	б	1,3,5	17	е	1,3,4
3	в	1,3,4,5	18	в	2,4,5,7

*Практическая работа № 8. Решение задач о назначении венгерским алгоритмом и на ПК*

Задание. Решить задачу о назначении венгерским алгоритмом и на ПК.

**Задача.** Сельскохозяйственное предприятие специализируется на выращивании пяти культур, каждая из которых может возделываться на одном из пяти полей. Известна урожайность культур на каждом поле, представленная матрицей.

Распределить культуры по полям так, чтобы валовой сбор был максимальным.

#### Варианты

<b>1.</b> $\begin{pmatrix} 8 & 11 & 15 & 13 & 14 \\ 12 & 12 & 10 & 9 & 8 \\ 10 & 9 & 9 & 7 & 8 \\ 12 & 13 & 9 & 10 & 8 \\ 10 & 11 & 10 & 11 & 9 \end{pmatrix}$	<b>2.</b> $\begin{pmatrix} 19 & 20 & 19 & 20 & 18 \\ 21 & 21 & 19 & 18 & 17 \\ 21 & 22 & 18 & 19 & 17 \\ 17 & 20 & 24 & 22 & 23 \\ 19 & 18 & 18 & 16 & 17 \end{pmatrix}$
<b>3.</b> $\begin{pmatrix} 13 & 16 & 10 & 17 & 2 \\ 3 & 9 & 7 & 5 & 6 \\ 7 & 3 & 15 & 18 & 8 \\ 4 & 8 & 6 & 5 & 17 \\ 11 & 11 & 8 & 17 & 8 \end{pmatrix}$	<b>4.</b> $\begin{pmatrix} 14 & 13 & 12 & 10 & 17 \\ 10 & 3 & 12 & 7 & 5 \\ 10 & 7 & 9 & 15 & 18 \\ 9 & 4 & 6 & 6 & 5 \\ 3 & 11 & 10 & 8 & 17 \end{pmatrix}$

*Практическая работа № 9. Решение задач целочисленного программирования методом Гомори*

Задание.

1. Найти оптимальное решение задачи симплексным методом без условий целочисленности. Проверить: является ли найденное решение целочисленным и если нет, то найти целочисленное решение методом Гомори.
2. Решить задачу в приложении MS Excel «Поиск решения».
3. Сравнить результаты решения.

1.  $\max Z = x_1 + 2x_2$

$$1,5x_1 + 2x_2 \leq 3$$

$$2x_1 + x_2 \leq 3$$

$$x_1 + x_2 \leq 4$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0$$

$$x_1, x_2 - \text{целые}$$

2.  $\max Z = x_1 + x_2$

$$1,5x_1 + 2x_2 \leq 3$$

$$2x_1 + x_2 \leq 3$$

$$x_1 + 1,5x_2 \leq 4$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0$$

$$x_1, x_2 - \text{целые}$$

3.  $\max Z = 2x_1 + 3x_2$

$$x_1 + 2x_2 \leq 3$$

$$-x_1 + 2x_2 \leq 2$$

$$x_1 - x_2 \leq 1$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0$$

$$x_1, x_2 - \text{целые}$$

*Практическая работа № 10. Решение задач дробно-линейного программирования*

Задание. Решить задачу графическим методом на максимум и минимум целевой функции.

1. $Z = \frac{x_1 - x_2}{x_1 + x_2}$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 + x_2 \geq 1 \\ -0,5x_1 + x_2 \geq 0,5 \\ -2x_1 - x_2 \leq -1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$	2. $Z = \frac{x_1 + 1}{x_2 + 1}$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 4 \\ x_1 + x_2 \geq 2 \\ x_1 - 3x_2 \leq 12 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$
3. $Z = \frac{3x_1 + 3,5x_2}{x_1 + x_2}$ $\begin{cases} 4x_1 + 1,5x_2 \leq 15 \\ 2x_1 + 2x_2 \leq 18 \\ x_1 + x_2 \geq 6 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$	4. $Z = \frac{x_1 - x_2}{x_1 + x_2}$ $\begin{cases} 4x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ x_1 + x_2 \geq 1 \\ x_2 \leq 3 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$

*Практическая работа № 11. Решение задач динамического программирования*

Задание. Решить задачу динамического программирования.

Маршруты перевозки груза представлены на рисунке 1. Найти оптимальный маршрут, обеспечивающий минимальное расстояние от начального до конечного пункта. Расстояния между населенными пунктами даны в таблице по вариантам.

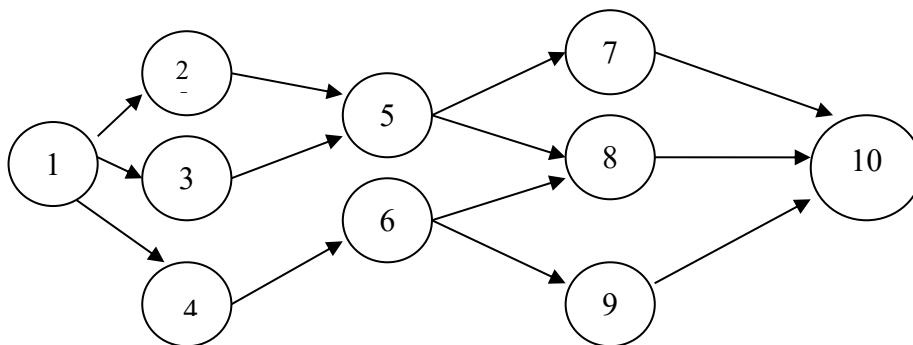


Рис. Схема маршрутов транспортировки грузов

Таблица

Расстояния между населенными пунктами

Расстояние между пунктами	Номер варианта											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-2	2	7	3	10	8	5	20	14	8	16	21	10
1-3	4	4	5	6	5	9	14	10	10	12	15	20

*Практическая работа № 12. Решение задач по распределению инвестиций между предприятиями*

Задание. Найти оптимальное распределение 5 тыс. ден. ед. между 4 предприятиями, чтобы получить максимальную прибыль. Прибыль, полученная от каждого предприятия, является функцией от вложенных в него средств  $X$  ( $f(x)$ ) и задана в таблице «Прибыль предприятий от вложенных средств». Вложения кратны 1 тыс. ден. ед. Номера предприятий взять по вариантам.

Прибыль предприятий от вложенных средств, тыс. ден. ед.

	Номера предприятий									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2,4	3	2,5	4,8	3,5	2,1	2,0	2,2	3,2	1,8
2	2,8	3,2	2,8	5,0	3,8	2,5	2,1	2,4	3,7	2,4
3	3,1	3,5	3,4	5,2	4,0	2,9	2,3	2,9	4,0	2,7
4	3,6	3,7	4,0	5,5	4,3	3,2	3,3	3,5	4,5	3,3
5	4,0	3,9	4,2	5,9	4,8	3,6	4,0	4,2	5,1	4,0

Варианты заданий

Номер варианта	Номера пред- приятий	Номер ва- рианта	Номера предприятий	Номер варианта	Номера предприятий
1	1, 2, 3, 4	6	6, 7, 8, 9	11	2, 4, 6, 9
2	2, 3, 4, 5	7	7, 8, 9, 10	12	1, 3, 6, 7
3	3, 4, 5, 6	8	1, 8, 9, 10	13	1, 7, 8, 10

*Практическая работа № 13. Разработка и решение линейной модели оптимизации размера и структуры посевных площадей*

Задание. Разработать экономико-математическую модель оптимизации размеров и структуры посевных площадей на заданный объем производства животноводческой продукции (поголовье животных не изменяется). Решить составленную экономико-математическую модель по двум критериям: минимум посевных площадей сельскохозяйственных культур, минимум материально-денежных затрат. Проанализировать полученные решения, сравнивая результаты.

*Практическая работа № 14. Решение матричной игры в чистых и смешанных стратегиях*

Задание. Определить нижнюю и верхнюю цены игры. Найти оптимальные стратегии, если существует седловая точка. Если нет решения в чистых стратегиях, то привести матричную игру к задаче линейного программирования и найти решение игры в смешанных стратегиях.

<p><b>1.</b></p> $\begin{pmatrix} 4 & 5 & 3 \\ 6 & 7 & 4 \\ 5 & 2 & 3 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 4 & 2 & 3 \\ 1 & -1 & -2 \\ 0 & 3 & 5 \end{pmatrix}$	<p><b>2.</b></p> $\begin{pmatrix} 4 & 8 & 5 \\ 7 & 7 & 6 \\ 6 & 9 & 3 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 5 & 2 & 4 \\ 3 & 7 & 5 \end{pmatrix}$
<p><b>3.</b></p> $\begin{pmatrix} 0,5 & 0,6 & 0,4 \\ 0,9 & 0,7 & 0,5 \\ 0,6 & 0,6 & 0,3 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 2 & 6 & 4 & 2 \\ 7 & 2 & 3 & 1 \\ 5 & 3 & 7 & 5 \end{pmatrix}$	<p><b>4.</b></p> $\begin{pmatrix} 4 & 5 & 4 \\ 6 & 8 & 5 \\ 5 & 2 & 3 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 3 & 14 & 7 \\ 8 & 9 & 6 \\ 5 & 8 & 9 \end{pmatrix}$

*Практическая работа № 15. Решение задач в условиях неопределенности (игры с «природой»)*

Задание. В приближении посевного сезона фермер Петров имеет четыре альтернативы:  $A_1$  - выращивать кукурузу,  $A_2$  - выращивать пшеницу,  $A_3$  - выращивать овощи,  $A_4$  - использовать землю под пастбища. Платежи, связанные с указанными возможностями, зависят от количества осадков, которые условно можно разделить на четыре категории:  $B_1$  - сильные осадки,  $B_2$  - умеренные осадки,  $B_3$  - незначительные осадки,  $B_4$  - засушливый сезон. Построить платежную матрицу в ден. ед. используя таблицы 6.3 и 6.4, определить, как следует распределить сельскохозяйственные угодья, чтобы фермер получил наибольший выигрыш.

Требуется сделать выбор действия по критериям Вальда, Сэвиджа, Гурвица при  $\alpha = 0.5$ , Лапласа.

**Доходы (убытки) фермера от использования сельскохозяйственных угодий**

Культуры	Осадки			
	Сильные	Умеренные	Незначительные	Засуха
1.	-10	80	40	3
2.	40	90	35	-10
3.	25	110	55	2

4.	20	25	45	-7
5.	-12	70	65	-25
6.	30	80	65	2
7.	30	140	50	0
8.	-18	25	45	-10
9.	45	75	50	0
10.	16	125	88	3

### Варианты заданий

№ варианта	№ культур	№ варианта	№ культур
1	1, 2, 3, 4	12	2, 4, 6, 8
2	2, 3, 8, 4	13	1, 3, 6, 8
3	3, 5, 7, 4	14	1, 8, 7, 10

### Кейсбук от АО «Россельхозбанк»

#### «Система поддержки принятия решений для агрономов»

Задание. Спроектировать DSS для агрономов с интеграцией ИИ-модулей.

В рамках проектного института создаётся DSS (Decision Support System), которая помогает агрономам принимать решения по посевам и удобрениям. Система интегрирует: прогноз урожайности (ML-модели на исторических и климатических данных), данные с IoT-сенсоров о состоянии почвы и рекомендационные алгоритмы. Студент работает над интеграцией модулей, построением базы знаний и интерфейсов для пользователей.

### Кейсбук от АО «Россельхозбанк»

#### «Интеллектуальная система анализа клиентских обращений»

Задание. Построить NLP-систему анализа обращений и интегрировать её в CRM.

РСХБ ежедневно получает тысячи обращений — жалобы, запросы на кредиты, технические вопросы. Студент разрабатывает NLP-систему, которая автоматически классифицирует обращения, выделяет ключевые темы, оценивает тональность. Система интегрируется в CRM банка и формирует аналитические отчёты для руководства. Сложность задачи — работа с неструктурированными текстами и необходимость точной маршрутизации.

#### 2) Перечень вопросов, выносимых на зачет с оценкой

1. Применение математических методов в экономике. Примеры экономических задач, при решении которых могут использоваться математические методы.
2. Постановка общей задачи линейного программирования. Математическая запись задачи.
3. История развития методов математического программирования.
4. Основные понятия и обозначения в линейном программировании.
5. Классификация экономико-математических моделей и задач математического программирования.
6. Переход от исходной задачи линейного программирования к канонической. Экономический смысл дополнительных переменных.
7. Графическое решение задачи линейного программирования с двумя переменными.

8. Возможные варианты графического решения.
9. Определение  $n$ -мерного пространства.
10. Фундаментальная теорема линейного программирования для ограниченной области допустимых решений.
11. Алгоритм симплексного метода в полных таблицах.
12. Определение различных вариантов решения задачи в симплексном методе (неограниченность целевой функции, единственное, альтернативное и вырожденное решения, несовместность системы ограничений). Особенности решения задач линейного программирования на минимум целевой функции.
13. Метод искусственного базиса.
14. Теоремы М-метода. Определение решения основной задачи по решению М-задачи.
15. Постановка и правила записи двойственной задачи.
16. Экономический смысл двойственной задачи и двойственных оценок.
17. Свойства двойственных задач (теоремы двойственности).
18. Запись оптимального решения прямой и двойственной задач.
19. Постановка и математическая запись транспортной задачи.
20. Методы получения исходного опорного решения в транспортной задаче.
21. Метод потенциалов при решении транспортной задачи.
22. Решение транспортной задачи на максимум целевой функции.
23. Задача о «назначении». Венгерский метод решения задач на минимум.
24. Задача о «назначении». Венгерский метод решения задач на максимум.
25. Задача целочисленного программирования и ее решение.
26. Алгоритм метода Гомори для решения задач целочисленного программирования.
27. Описание динамического процесса управления. Примеры экономических задач, представленных в терминах динамического программирования.
28. Особенности многошаговых задач, решаемых методом динамического программирования. Принцип оптимальности Р. Беллмана.
29. Схема решения задачи о распределении средств методом динамического программирования.
30. Постановка задачи дробно-линейного программирования.
31. Понятия теории игр, классификация игр.
32. Решение матричной игры в чистых стратегиях.
33. Решение матричной игры в смешанных стратегиях.
34. Игры с «природой». Критерии, которые могут использоваться для определения оптимальной стратегии в играх с «природой».

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенций по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся.

Таблица 7

**Система рейтинговой оценки успеваемости**

Баллы	Балльная оценка текущей успеваемости			
За практическую работу	2	3	4	5
За зачет с оценкой	10	15	20	25
Оценка	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

Студенты, получившие за контрольное мероприятие оценку «неудовлетворительно», обязаны пройти его повторно и получить минимальное количество баллов (три балла). Такой подход стимулирует студентов сразу хорошо подготовиться к контрольному мероприятию.

Таблица 8

**Итоговая сумма баллов**

Виды контроля	Количество видов контроля	Количество баллов за единицу	Количество баллов
Защита практической работы	15	5	75
Зачет с оценкой	1	25	25
Всего	-	-	100

Таблица 9

**Балльно-рейтинговая система контроля успеваемости**

Шкала оценивания	Зачет с оценкой
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Бабкина, А.В. Математические методы в экономике: задачник с ответами. Автоматизация расчетов: уч.-метод. пособие / А.В. Бабкина, Г.Н. Светлова, Е.А. Ермакова. – М.: ФГБНУ «Росинформротех», 2017. – 112 с.

2. Светлова, Г.Н. Экономико-математические методы и модели. Учебно-методическое пособие. / Г.Н. Светлова, Е.А. Ермакова. -М.: Изд-во РГАУ – МСХА, 2016. – 110 с.

## **7.2 Дополнительная литература**

1. Кремер, Н.Ш. Исследование операций в экономике: Учебн. Пособие. / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин, М.Н. Фридман; Под. ред. Проф Н.Ш. Кремера. -М.: ЮНИТИ, 2003. - 407с.
2. Солодовников, А.С. Математика в экономике. В двух частях: учебник для студентов вузов по экономическим специальностям / А. С. Солодовников, В. А. Бабайцев, А. В. Браилов. Ч. 2. - М.: Финансы и статистика, 2000. - 376 с.
3. Экономико-математические методы и модели: учебное пособие / кол. авторов; под ред. С.И.Макарова. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КНОРУС, 2009. – 238 с.
4. Экономико-математические методы и модели. Задачник: учебно-практическое пособие / кол. авторов; под ред. С.И Макарова, С.И. Севастьяновой. - 2-е изд., перераб. – М.: КНОРУС, 2009 – 201 с.

## **7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Лядина, Н.Г Исследование операций в экономике. Сборник тестов./ Н.Г. Лядина, Е.А. Ермакова, Г.Н. Светлова. -М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009. – 56 с.
2. Лядина, Н.Г. Линейное программирование: Сборник тестов./ Н.Г. Лядина, Е.А. Ермакова, Г.Н. Светлова. - М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009. – 34 с.
3. Лядина, Н.Г. Математические методы в экономике АПК. Нелинейное и выпуклое программирование. Учебное пособие./ Е. А. Ермакова, , Л.В. Уразбахтина. - М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. – 163 с.

## **7.4 Журналы из «Белого списка»**

1. A constraint programming-based lower bounding procedure for the job shop scheduling problem / F. Yuraszeck, G. Mejía, D. A. Rossit, A. Lüer-Villagra // Computers & Operations Research. – 2025. – Vol. 177. – P. 106964. – DOI 10.1016/j.cor.2024.106964. – EDN SCGUWU.
2. A Q-learning driven multi-objective evolutionary algorithm for worker fatigue dual-resource-constrained distributed hybrid flow shop / H. Song, Ju. Li, Zh. Du [et al.] // Computers & Operations Research. – 2025. – Vol. 175. – P. 106919. – DOI 10.1016/j.cor.2024.106919. – EDN EATGCY.
3. Li, C. X. The projected-type method for the extended vertical linear complementarity problem revisited / C. X. Li, Sh. L. Wu // Journal of Global Optimization. – 2024. – DOI 10.1007/s10898-024-01392-2. – EDN QCLNHI.

## **7.5 Материалы конференций А/А\***

1. Материалы конференции International Conference on Machine Learning (ICML). – URL <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/icml/index.html>

2. Материалы конференции ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/kdd/index.html>
3. Материалы конференции Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/nips/index.html>
4. Материалы конференции Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/emnlp/index.html>
5. Материалы конференции European Conference on Computer Vision (ECCV). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/emnlp/index.html>
6. Материалы конференции IEEE International Conference on Data Mining (ICDM). – URL: <https://dblp.uni-trier.de/db/conf/icdm/index.html> и др.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://www.wikipedia.org> – универсальная Интернет-энциклопедия (открытый доступ);
2. <https://www.intuit.ru/studies/courses/545/401/info> – ИНТУИТ, курс «Организационно-экономическое моделирование и инструменты менеджмента» (открытый доступ);
3. <http://www.matmetod-porova.narod.ru> – электронный учебник Н.В. Попова «Математические методы» (открытый доступ).

## **9. Перечень программного обеспечения**

Таблица 10

**Перечень программного обеспечения**

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Все разделы учебной дисциплины	Microsoft Excel, NetOp School	расчетная, контролирующая	Microsoft Corp., NetOp	2003 или выше

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Лекции проводятся в специализированной аудитории, оборудованной мультимедийным проектором для демонстрации компьютерных презентаций.

Для проведения практических занятий по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации» необходим компьютерный класс с предустановленным на ПЭВМ программным обеспечением, указанным в п. 9.

Таблица 11

## **Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Аудитория для проведения занятий лекционного типа, <i>групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</i> (Планетарий 1,2, уч. корпус № 12)	Видеопроектор 3500 Лм
Аудитория для проведения практических занятий, <i>групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</i> (№309, уч. корпус №12)	Персональные компьютеры в количестве 30 штук
Аудитория для проведения практических занятий, <i>групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</i> (№310, уч. корпус №12)	Персональные компьютеры в количестве 28 штук
Аудитория для проведения практических занятий, <i>групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</i> (№315, уч. корпус №12)	Персональные компьютеры в количестве 20 штук
Аудитория для проведения практических занятий, <i>групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</i> (№316, уч. корпус №12)	Персональные компьютеры в количестве 20 штук
Лаборатория «Искусственный интеллект в АПК» (№ 201, учебный корпус № 1)	<p>17 профессиональных рабочих станций с процессорами Intel i9 и графическими ускорителями NVIDIA GeForce RTX 4090 128 ГБ оперативной памяти, 1 ТБ SSD накопителей</p> <p>Серверное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 модуля с суммарным количеством 772 потоков;</li> <li>- 262 ГБ оперативной памяти, 87 ТБ SSD хранилища;</li> <li>- Высокопроизводительные процессоры Intel Xeon Gold и Platinum;</li> </ul> <p>Вычислительный кластер на базе NVIDIA H100;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 7168 ГБ оперативной памяти;</li> <li>- 110 производительных ядер, 220 высокоэффективных потоков;</li> <li>- 400 ГБ видеопамяти, 84480 ядер CUDA;</li> <li>- 72 ТБ высокоскоростного хранилища;</li> <li>- 10 Гбит сеть с резервированием.</li> </ul> <p>Программная часть лаборатории включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экосистему инструментов разработки и анализа данных (Python, R, TensorFlow, PyTorch);</li> <li>- библиотеки и фреймворки для глубокого обучения и AI-разработки;</li> </ul>

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- инструменты визуализации и мониторинга производительности моделей,</li> <li>- программные средства поддержки высокопроизводительных вычислений компьютерных классов и лаборатории: фреймворки TensorFlow, PyTorch, Keras, MS Visual Studio 2019 и MXNet</li> </ul>
Компьютерный класс (корпус 1, аудитория 213)	<p>Количество рабочих мест: 24</p> <p>Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE.</p>
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	Читальные залы
Общежитие № 7	Комната для самоподготовки

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Посещение лекционных (с конспектированием рассматриваемых вопросов) и практических занятий (с выполнением практических работ), а также проработка рекомендуемой литературы являются необходимым и достаточным условием для получения необходимых знаний, практических умений и навыков по изучаемой дисциплине.

Подготовка студентов к занятиям носит индивидуальный характер, но такая подготовка должна включать чтение конспектов лекций и рекомендуемой литературы, что позволяет усвоить необходимые знания по изучаемой теме. Для получения консультаций по вопросам, ответы на которые студент не смог найти в процессе проработки материалов, предусмотрено внеаудиторное время.

Самостоятельная работа студентов организуется в соответствии с методическими указаниями и должна быть выполнена в объеме, предусмотренном данной рабочей программой. Самостоятельная работа формирует навыки поиска необходимой информации и способствует лучшему усвоению материала.

Выполнение заданий предусматривает работу в компьютерном классе, поэтому студент должен уметь пользоваться ПЭВМ и необходимым программным обеспечением согласно перечню в п. 9 настоящей рабочей программы.

### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятие лекционного типа, обязан отработать его в одной из следующих форм:

- индивидуальная консультация по инициативе студента (рекомендуемая форма);
- индивидуальная проработка студентом лекционного материала по рекомендуемой литературе, компьютерным презентациям и конспектам, выполненным другими студентами, с последующим устным опросом;
- реферат на тему, предложенную преподавателем.

Трудоемкость реферата не может превышать количества часов лекционных занятий, пропущенных студентом. Рекомендуемый объем реферата – не более 10 страниц. Оригинальность реферата проверяется. По требованию преподавателя студент должен быть готов представить доказательства оригинальности реферата (например, ксерокопии использованных источников, сайты в сети Интернет, копии библиотечных абонентских карточек и др.), а также объяснить значения терминов, аббревиатур, математических записей, встречающихся в реферате.

С разрешения преподавателя студент имеет право отработать пропущенное практическое задание самостоятельно и отчитаться по нему на ближайшем практическом занятии (если это не противоречит его плану) либо во время, назначенное преподавателем для индивидуальных консультаций.

Если самостоятельная отработка практической работы невозможна по техническим причинам либо в связи с недостаточной подготовленностью студента, то кафедра прикладной информатики организует дополнительное практическое занятие для всех студентов, не выполнивших практические работы в срок и не отработавших их самостоятельно.

Пропуск занятия по документально подтвержденной уважительной причине не является основанием для снижения оценки выполненной практической работы.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Для обеспечения большей наглядности лекционные занятия должны проводиться в аудиториях, оборудованных проекционной аппаратурой для демонстрации компьютерных презентаций. По каждой теме (вопросу) преподаватель должен сформировать список рекомендуемой литературы.

Начало практических занятий следует отводить под обсуждение вопросов студентов по содержанию и методике выполнения практической работы. Допускается при таком обсуждении использование одной из технологий интерактивного обучения. Для проведения индивидуальных консультаций должно быть предусмотрено внеаудиторное время.

При проведении практических занятий для формирования профессиональных компетенций необходимо использовать активные и интерактивные образовательные технологии, описанные в п. 5 данной рабочей программы.

Невыполнение требований к практическим заданиям является основанием для повторного выполнения практической работы с измененным вариантом заданий и снижения оценки по результатам соответствующего контрольно-аттестационного мероприятия.

Контроль знаний студентов проводится в формах текущей и промежуточной аттестаций. Текущая аттестация студентов проводится постоянно на практических занятиях с помощью контроля результатов выполнения практических и тестовых заданий, устного опроса, а также на контрольной неделе. Промежуточная аттестация студентов проводится в форме зачета с оценкой в 4 семестре.

**Программу разработала:**

Худякова Е.В., д.э.н., профессор



---

(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.10 «Исследование операций и методы оптимизации» ОПОП ВО по направлению 09.03.03 Прикладная информатика, направленности «Системы искусственного интеллекта»  
(квалификация выпускника – бакалавр)

Торопцевым Василием Владимировичем, доцентом кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент) проведена рецензирование рабочей программы дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» ОПОП ВО по направлению 09.03.03 Прикладная информатика, направленности «Системы искусственного интеллекта» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» на кафедре прикладной информатики (разработчик – Худякова Е.В., профессор, д.э.н.)

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 09.03.03 Прикладная информатика», компетентностно-ролевым моделям в сфере искусственного интеллекта. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.О.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 09.03.03 Прикладная информатика и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта.

4. В соответствии с учебным планом и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта, Программой за дисциплиной «Исследование операций и методы оптимизации» закреплено две (ОПК-6, ПК-4 (МФ-3)) **компетенции (4 индикатора)**. Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» составляет 4 зачётные единицы (144 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.03.03 Прикладная информатика и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 09.03.03 Прикладная информатика.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (защита практических работ), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1.О ФГОС ВО направления 09.03.03 Прикладная информатика.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 4 наименования, Интернет-ресурсы – 3 источник и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 09.03.03 Прикладная информатика и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» ОПОП ВО по направлению 09.03.03 Прикладная информатика, направленности «Системы искусственного интеллекта» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Худяковой Е.В., д.э.н., профессором, соответствует требованиям ФГОС ВО, компетентностно-ролевых моделей в сфере искусственного интеллекта, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Торопцев В.В., доцент кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидат технических наук

  
(подпись)

«28» 08 2025 г.