

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»**

УТВЕРЖДАЮ

Декан экономического факультета

 А.Н. Черных

«21» мая 2024г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.О.13 Исследование операций и методы оптимизации**

Направление: 09.03.03 Прикладная информатика

Профиль: Информационные системы и технологии в менеджменте АПК

Квалификация выпускника: бакалавр

Факультет Экономический

Кафедра Экономического анализа, статистики и прикладной математики

Разработчик рабочей программы:

Должность:

Ученая степень:

Ученое звание:

Шишкина Лариса Александровна

доцент

кандидат экономических наук

доцент



Воронеж-2024

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата) (утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 19 сентября 2017 № 922).

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры Экономического анализа, статистики и прикладной математики (протокол № 11 от 21.05.2024 г.)

Заведующий кафедрой:



Л.А. Запорожцева

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе на заседании методической комиссии экономического факультета (протокол №9 от 21.05.2024 г.)

Председатель методической комиссии:



Л.В. Брянцева

Рецензент: руководитель группы по внедрению информационных технологий ООО «ИНКОНСАЛТ», к.э.н. М. О. Лепендин

## Содержание рабочей программы

1. Общая характеристика дисциплины
  - 1.1. Цель дисциплины
  - 1.2. Задачи дисциплины
  - 1.3. Предмет дисциплины
  - 1.4. Место в образовательной программе
  - 1.5. Связь с другими дисциплинами
  - 1.6. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
2. Планируемые результаты изучения дисциплины
3. Объем дисциплины и виды учебной работы
  - 3.1. Очная форма обучения
  - 3.2. Заочная форма обучения
4. Содержание дисциплины
  - 4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов
  - 4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы по подразделам
  - 4.3. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся
5. Фонд оценочных средств
  - 5.1. Этапы формирования компетенций
  - 5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций
    - 5.2.1. Шкалы академических оценок освоения дисциплины
    - 5.2.2. Критерии оценки достижения компетенций в ходе освоения дисциплины
  - 5.3. Материалы для оценки достижения компетенций
    - 5.3.1. Вопросы к экзамену
    - 5.3.2. Задания к экзамену
    - 5.3.3. Вопросы к зачету с оценкой
    - 5.3.4. Вопросы к зачету
    - 5.3.5. Темы курсового проекта (работы) и вопросы к защите
      - 5.3.4.1. Темы курсового проекта (работы)
      - 5.3.4.2. Вопросы к защите курсового проекта (работы)
    - 5.3.6. Вопросы тестов
    - 5.3.7. Вопросы для устного опроса
    - 5.3.8. Задания для проверки формирования умений и навыков
  - 5.4. Система оценивания достижения компетенций
    - 5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации
    - 5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 6.1. Рекомендуемая литература
  - 6.2. Ресурсы сети Интернет
    - 6.2.1. Электронные библиотечные системы
    - 6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы
    - 6.2.3. Сайты и информационные порталы
7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины
  - 7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование
  - 7.2. Программное обеспечение
    - 7.2.1. Программное обеспечение общего назначения
    - 7.2.2. Специализированное программное обеспечение
8. Междисциплинарные связи

## **1. Общая характеристика дисциплины**

### **1.1. Цель дисциплины:**

формирование системного мышления обучающихся путем детального анализа подходов к математическому моделированию и сравнительного анализа разных типов моделей

### **1.2. Задачи дисциплины:**

уметь составлять математические модели при планировании программы предприятия;

уметь проводить анализ целевой функции и параметров управления;

формирование знаний, умений и навыков при решении задач линейного программирования симплексным методом;

уметь составлять программы решения задач линейного программирования для microsoft excel с использованием опции "поиск решения";

изучение сущности метода гомори. метод ветвей и границ. решение целочисленных задач линейного программирования в пакете microsoft Excel;

закрытая транспортная задача. математические методы решения открытых транспортных задач с избытком и дефицитом;

способы решения задач о назначениях. венгерский метод решения;

нахождение глобального и локального экстремума функции многих переменных. использование метода множителей лагранжа в задачах нахождения условного экстремума. метод решения нелинейных оптимизационных задач. градиентный метод;

решение выпуклых задач оптимизации. проверка условий выпуклости и вогнутости функций. решение выпуклых задач нелинейного программирования в пакете microsoft excel;

освоение методологических подходов решения задач динамического программирования;

методы выбора решений в условиях неопределенности. нахождение матрицы риска. использование различных критериев выбора решений. определение оптимальной стратегии при известном векторе вероятностей состояния природы;

задачи многокритериальной оптимизации;

способы получения экспертных оценок. Метод дельфи.

### **1.3. Предмет дисциплины:**

математические модели принятия решений, описание основных методов нахождения оптимальных решений при заданном наборе ограничений

### **1.4. Место в образовательной программе:**

обязательная часть

### **1.5. Взаимосвязь с другими дисциплинами:**

Б1.О.10 Математика

Б1.В.05 Моделирование бизнес-процессов

### **1.6. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья определяются в индивидуальном порядке исходя из специфики заболевания и требований, указанных в Основной образовательной программе

## 2. Планируемые результаты изучения дисциплины

Компетенция		Индикатор достижения компетенции	
Код	Содержание	Код	Содержание
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	З3	методы математического анализа
		У3	применять методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач
		Н3	применения методов оптимизации, теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
ОПК-6	Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	З4	методы оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений
		У4	применять методы математического, статистического и имитационного моделирования для задач принятия решений
		Н3	анализа и разработки экономических процессов с применением методов математического моделирования

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

#### 3.1. Очная форма обучения

Показатели	Семестр	Всего
	4	
Общая трудоёмкость, з.е./ч	3 / 108	3 / 108
Общая контактная работа, ч	58,75	58,75
Общая самостоятельная работа, ч	49,25	49,25
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч)	58,00	58,00
лекции	20	20,00
практические-всего	38	38,00
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	31,50	31,50
Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (ч)	0,75	0,75
групповые консультации	0,50	0,50
экзамен	0,25	0,25
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч)	17,75	17,75
подготовка к экзамену	17,75	17,75
Форма промежуточной аттестации	экзамен	экзамен

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

#### 3.2. Заочная форма обучения

Показатели	Курс	Всего
	3	
Общая трудоёмкость, з.е./ч	3 / 108	3 / 108
Общая контактная работа, ч	12,75	12,75
Общая самостоятельная работа, ч	95,25	95,25
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч)	12,00	12,00
лекции	6	6,00
практические-всего	6	6,00
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	77,5	77,5
Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (ч)	0,75	0,75
групповые консультации	0,50	0,50
экзамен	0,25	0,25
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч)	17,75	17,75
подготовка к экзамену	17,75	17,75
Форма промежуточной аттестации	экзамен	экзамен

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов

#### Раздел 1.

##### Линейные модели оптимизации

###### Подраздел 1.1.

##### Математические методы оптимизации в принятии решений

Математические модели в экономике. Теория оптимизации и методы выбора экономических решений.

Основные понятия о статистической задаче оптимизации.

###### Подраздел 1.2.

##### Линейные оптимизационные модели

Линейные методы оптимального управления. Графический метод решения задачи линейного программирования

###### Подраздел 1.3.

##### Линейное программирование

Общая постановка задачи линейного программирования. Симплексный метод решения задачи линейного программирования. Теория двойственности. Решение оптимальных задач методами линейного программирования.

###### Подраздел 1.4.

##### Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel

Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel с помощью надстройки "Поиск решения"

###### Подраздел 1.5.

##### Задачи целочисленного программирования

Методы решения в целочисленном программировании. Решение целочисленных задач управления в пакете Microsoft Excel с помощью надстройки "Поиск решения"

###### Подраздел 1.6.

##### Оптимальное решение в транспортных задачах

Закрытая транспортная задача. Метод потенциалов. Транспортная задача с избытком и дефицитом.

###### Подраздел 1.7.

##### Задачи распределительного типа, задачи о назначениях

Задачи распределительного типа, задачи о назначениях. Венгерский метод решения.

#### Раздел 2.

##### Нелинейные модели оптимизации

###### Подраздел 2.1.

##### Общая задача нелинейного программирования

Задача нелинейного программирования. Классическая задача условной оптимизации. Условия Куна-Таккера. Функция Лагранжа и седловая точка. Достаточные условия оптимальности. Градиентные методы в задаче безусловной оптимизации.

###### Подраздел 2.2.

##### Выпуклая задача нелинейного программирования

Выпуклые задачи оптимизации. Условия выпуклости и вогнутости функций. Формулировка выпуклой задачи нелинейного программирования.

###### Подраздел 2.3.

##### Задачи динамического программирования

Сети. Дерево решений. Задачи о кратчайшем маршруте и критическом пути. Решение задач управления методами динамического программирования.

#### Раздел 3.

##### Оптимизация в условиях неопределенности

###### Подраздел 3.1.

##### Выбор решения в условиях неопределенности и риска

Задача выбора решений в условиях неопределенности. Матрица риска. Критерии выбора решений: принцип гарантированного результата, критерий максимакса, критерий Гурвица, критерий Сэвиджа.

Принятие решений при случайных параметрах.

###### Подраздел 3.2.

##### Многокритериальная оптимизация

Постановка задачи многокритериальной оптимизации. Оптимальность по Парето. Свертка критериев.

Метод идеальной точки. Метод последовательных уступок.

###### Подраздел 3.3.

##### Метод экспертных оценок

Получение экспертных оценок. Понятие шкалы. Способы измерения объектов. Метод Дельфи.

## 4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы по подразделам

### Очная форма обучения

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа		СР
	лекции	ПЗ	
<b>Линейные модели оптимизации</b>			
Математические методы оптимизации в принятии решений	1,0	1,9	2,0
Линейные оптимизационные модели	1,0	1,9	2,0
Линейное программирование	1,0	1,9	2,5
Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel	1,0	1,9	2,0
Задачи целочисленного программирования	1,0	1,9	3,0
Оптимальное решение в транспортных задачах	2,0	1,9	4,0
Задачи распределительного типа, задачи о назначениях	2,0	1,9	2,0
<b>Нелинейные модели оптимизации</b>			
Общая задача нелинейного программирования	2,0	3,8	2,0
Выпуклая задача нелинейного программирования	2,0	3,8	2,0
Задачи динамического программирования	2,0	7,6	3,0
<b>Оптимизация в условиях неопределенности</b>			
Выбор решения в условиях неопределенности и риска	2,0	3,8	3,0
Многокритериальная оптимизация	2,0	3,8	2,0
Метод экспертных оценок	1,0	1,9	2,0
Итого	20,0	38,0	31,50

**4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы по подразделам  
Заочная форма обучения**

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа		СР
	лекции	ПЗ	
<b>Линейные модели оптимизации</b>			
Математические методы оптимизации в принятии решений	0,3	0,3	5,0
Линейные оптимизационные модели	0,3	0,3	5,0
Линейное программирование	0,3	0,3	8,5
Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel	0,3	0,3	6,0
Задачи целочисленного программирования	0,3	0,3	6,0
Оптимальное решение в транспортных задачах	0,6	0,3	8,0
Задачи распределительного типа, задачи о назначениях	0,6	0,3	6,0
<b>Нелинейные модели оптимизации</b>			
Общая задача нелинейного программирования	0,6	0,6	5,0
Выпуклая задача нелинейного программирования	0,6	0,6	5,0
Задачи динамического программирования	0,6	1,2	6,0
<b>Оптимизация в условиях неопределенности</b>			
Выбор решения в условиях неопределенности и риска	0,6	0,6	6,0
Многокритериальная оптимизация	0,6	0,6	5,0
Метод экспертных оценок	0,3	0,3	6,0
Итого	6,0	6,0	77,50

#### 4.3. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Разделы, подразделы дисциплины	Учебно-методическое обеспечение	Объем часов СР	
		очная	заочная
<b>Линейные модели оптимизации</b>			
Математические методы оптимизации в принятии решений	Коломейченко А. С. Математическое моделирование и проектирование [электронный ресурс]: Учебное пособие / А. С. Коломейченко, И. Н. Кравченко, А. Н. Ставцев, А. А. Полухин; Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий - ВНИИ эконо; Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2021 - 181 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=376049">https://znanium.com/catalog/document?id=376049</a>	2,0	5,0
Линейные оптимизационные модели	Бородин А. В. Методы оптимальных решений [электронный ресурс]: Учебное пособие / А. В. Бородин, К. В. Пителинский; Московский политехнический университет - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022 - 203 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=423197">https://znanium.com/catalog/document?id=423197</a>	2,0	5,0
Линейное программирование	Бородин А. В. Методы оптимальных решений [электронный ресурс]: Учебное пособие / А. В. Бородин, К. В. Пителинский; Московский политехнический университет - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022 - 203 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=423197">https://znanium.com/catalog/document?id=423197</a>	2,5	8,5
Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel	Колпаков В. Ф. Экономико-математическое и эконометрическое моделирование: Компьютерный практикум [электронный ресурс]: Учебное пособие / В. Ф. Колпаков - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018 - 396 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=320728">http://znanium.com/catalog/document?id=320728</a>	2,0	6,0
Задачи целочисленного программирования	Мастяева И. Н. Методы оптимальных решений [электронный ресурс]: Учебник / И. Н. Мастяева, Г. И. Горемыкина - Москва: ООО "КУРС", 2018 - 384 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=309172">http://znanium.com/catalog/document?id=309172</a>	3,0	6,0
Оптимальное решение в транспортных задачах	Мастяева И. Н. Методы оптимальных решений [электронный ресурс]: Учебник / И. Н. Мастяева, Г. И. Горемыкина - Москва: ООО "КУРС", 2018 - 384 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=309172">http://znanium.com/catalog/document?id=309172</a>	4,0	8,0
Задачи распределительного типа, задачи о назначениях	Колпаков В. Ф. Экономико-математическое и эконометрическое моделирование: Компьютерный практикум [электронный ресурс]: Учебное пособие / В. Ф. Колпаков - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018 - 396 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=320728">http://znanium.com/catalog/document?id=320728</a>	2,0	6,0
<b>Нелинейные модели оптимизации</b>			
Общая задача нелинейного программирования	Мастяева И. Н. Методы оптимальных решений [электронный ресурс]: Учебник / И. Н. Мастяева, Г. И. Горемыкина - Москва: ООО "КУРС", 2018 - 384 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=309172">http://znanium.com/catalog/document?id=309172</a>	2,0	5,0

Выпуклая задача нелинейного программирования	Мастяева И. Н. Методы оптимальных решений [электронный ресурс]: Учебник / И. Н. Мастяева, Г. И. Горемыкина - Москва: ООО "КУРС", 2018 - 384 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=309172">http://znanium.com/catalog/document?id=309172</a>	2,0	5,0
Задачи динамического программирования	Бородин А. В. Методы оптимальных решений [электронный ресурс]: Учебное пособие / А. В. Бородин, К. В. Пителинский; Московский политехнический университет - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022 - 203 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=423197">https://znanium.com/catalog/document?id=423197</a>	3,0	6,0
<b>Оптимизация в условиях неопределенности</b>			
Выбор решения в условиях неопределенности и риска	Мастяева И. Н. Методы оптимальных решений [электронный ресурс]: Учебник / И. Н. Мастяева, Г. И. Горемыкина - Москва: ООО "КУРС", 2018 - 384 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=309172">http://znanium.com/catalog/document?id=309172</a>	3,0	6,0
Многокритериальная оптимизация	Мастяева И. Н. Методы оптимальных решений [электронный ресурс]: Учебник / И. Н. Мастяева, Г. И. Горемыкина - Москва: ООО "КУРС", 2018 - 384 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=309172">http://znanium.com/catalog/document?id=309172</a>	2,0	5,0
Метод экспертных оценок	Мастяева И. Н. Методы оптимальных решений [электронный ресурс]: Учебник / И. Н. Мастяева, Г. И. Горемыкина - Москва: ООО "КУРС", 2018 - 384 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=309172">http://znanium.com/catalog/document?id=309172</a>	2,00	6,00
Итого		31,50	77,50

**5. Фонд оценочных средств**  
**5.1. Этапы формирования компетенций**

Разделы, подразделы дисциплины	Компетенции и ИД	
	ОПК-1	ОПК-6
<b>Линейные модели оптимизации</b>		
Математические методы оптимизации в принятии решений	У3	У4
Линейные оптимизационные модели	33, Н3	У4
Линейное программирование	У3	Н3
Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel		34, У4, Н3
Задачи целочисленного программирования	У3, Н3	У4
Оптимальное решение в транспортных задачах		34, У4
Задачи распределительного типа, задачи о назначениях	33, Н3	34, У4, Н3
<b>Нелинейные модели оптимизации</b>		
Общая задача нелинейного программирования	33, У3	34, У4
Выпуклая задача нелинейного программирования	33, У3, Н3	У4
Задачи динамического программирования	У3	34, Н3
<b>Оптимизация в условиях неопределенности</b>		
Выбор решения в условиях неопределенности и риска	33, Н3	У4
Многокритериальная оптимизация	У3	34, Н3
Метод экспертных оценок	У3	34, У4, Н3

## 5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций

### 5.2.1. Шкалы академических оценок освоения дисциплины

Вид оценки	Оценки			
Академическая оценка по 4-х балльной шкале	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

Вид оценки	Оценки	
Академическая оценка по 2-х балльной шкале	не зачетно	зачтено

### 5.2.2. Критерии достижения компетенций в ходе освоения дисциплины

#### Критерии оценки на экзамене

Оценка, уровень	Описание критериев
Отлично, высокий	Студент показал полные и глубокие знания материала, логично и аргументировано ответил на все вопросы экзаменационного билета, а также на дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать сложные задачи дисциплины
Хорошо, продвинутый	Студент твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе, достаточно полно ответил на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины
Удовлетворительно, пороговый	Студент показал знание только основ материала, усвоил его поверхностно, но не допускал грубых ошибок или неточностей, требует наводящих вопросов для правильного ответа, не ответил на дополнительные вопросы, способен решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя
Неудовлетворительно, компетенции не освоены	Студент не знает основ материала, допускает грубые ошибки в ответе, не способен решать стандартные задачи дисциплины даже с помощью преподавателя

### 5.3. Материалы для оценки достижения компетенций

#### 5.3.1. Вопросы к экзамену

№	Содержание	Компетенция	ИД
1	Решение задачи в системе Excel.	ОПК-1	У3
2	Понятие о выпуклом множестве точек.	ОПК-1	У3
3	Теоретические основы симплексного метода.	ОПК-6	У4
4	Пример решения задачи симплексным методом: введения дополнительных переменных, определение первого допустимого базисного решения.	ОПК-6	34
5	Пример решения задачи симплексным методом: проверка оптимальности базисного решения, переход к новому базисному решению.	ОПК-6	34
6	Транспортная задача. Экономико-математическая модель задачи.	ОПК-1	У3
7	Составление первого плана перевозок методом наименьших затрат.	ОПК-6	34
8	Проверка оптимальности плана перевозок методом потенциалов (алгоритм метода потенциалов).	ОПК-6	У4
9	Понятие о динамическом программировании	ОПК-1	У3
10	Принцип оптимальности и уравнения Беллмана	ОПК-1	У3
11	Задача о выборе оптимального пути и ее решение	ОПК-1	У3
12	Задача о распределении средств между двумя предприятиями	ОПК-1	У3
13	Решение задачи методом динамического программирования	ОПК-1	33
14	Многоканальная система с отказами. Граф состояний. Уравнения Колмогорова.	ОПК-1	У3
15	Предельные вероятности. Формулы Эрланга.	ОПК-6	У4
16	Показатели эффективности СМО с ожиданиям	ОПК-1	У3
17	Время пребывания заявки в системе. Формулы Литтла.	ОПК-1	У3
18	Примеры задач линейного программирования: задача об использовании ресурсов	ОПК-6	У4
19	Примеры задач линейного программирования: транспортная задача;	ОПК-1	У3
20	Общая задача линейного программирования	ОПК-6	34

#### 5.3.2. Задания к экзамену

№	Содержание	Компетенция	ИД
1	Решение ЗЛП графическим методом	ОПК-1	Н3
2	Решение ЗЛП симплексным методом	ОПК-1	Н3
3	Решение ЗЛП методом искусственного баланса	ОПК-1	Н3
4	Решение двойственной задачи	ОПК-1	Н3
5	Решение транспортной задачи	ОПК-1	Н3
6	Решение задачи целочисленного программирования методом ветвей и границ	ОПК-1	Н3
7	Решение задачи целочисленного программирования методом Гомори	ОПК-1	Н3
8	Решение матричной игры в смешанных стратегиях	ОПК-6	Н3
9	Решение статистической матричной игры	ОПК-6	Н3
10	Нахождение условного экстремума методом множителей Лагранжа	ОПК-1	У3
11	Градиентный метод решения задачи нелинейного программирования	ОПК-1	Н3
12	Решение задачи оптимального распределения ресурсов	ОПК-1	Н3
13	Многоканальная СМО с отказами	ОПК-1	Н3
14	Многоканальная СМО с неограниченной очередью	ОПК-1	У3
15	Модель управления запасами	ОПК-6	Н3

#### 5.3.3. Вопросы к зачету с оценкой

Не предусмотрено

#### 5.3.4. Вопросы к зачету

Не предусмотрено

#### 5.3.5. Темы курсового проект (работы) и вопросы к защите

Не предусмотрено

### 5.3. Материалы для оценки достижения компетенций

#### 5.3.6. Вопросы тестов

№	Содержание	Компетенция	ИД
1	<p>Расположите этапы решения задачи линейного программирования графическим методом в порядке их следования:</p> <p>а) определение полуплоскостей, задаваемых каждым из ограничений задачи;</p> <p>б) построение линии уровня, проходящей через многоугольник решений;</p> <p>в) построение прямых, уравнения которых получаются в результате замены в ограничениях знаков неравенств на знаки точных равенств;</p> <p>г) определение координат точки максимума/минимума целевой функции;</p> <p>д) построение вектора градиента целевой функции;</p> <p>е) нахождение многоугольника решений;</p> <p>ж) перемещение линии уровня для определения точки, в которой целевая функция принимает максимальное/минимальное значение.</p> <p>Укажите верную последовательность этих этапов.</p> <p>1. е, д, б, ж, в, а, г;</p> <p>2. в, а, е, д, б, ж, г;</p> <p>3. а, в, е, б, д, ж, г;</p>	ОПК-1	У3
2	<p>Установите правильное соответствие. Соотнесите название критерия выбора стратегии в условиях неопределенности с правилом выбора:</p> <p>1. критерий Вальда;</p> <p>2. критерий азартного игрока;</p> <p>3. критерий Грувица;</p> <p>4. критерий Сэвиджа.</p> <p>а) <math>\min_{1 \leq i \leq m} \left( \max_{1 \leq j \leq n} r_{ij} \right)</math>, <math>R</math> – матрица рисков</p> <p>б) <math>\max_{1 \leq i \leq m} \left[ \alpha \cdot \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij} + (1 - \alpha) \cdot \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij} \right]</math>, <math>0 \leq \alpha \leq 1</math></p> <p>в) <math>\max_{1 \leq i \leq m} \left( \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij} \right)</math></p> <p>г) <math>\max_{1 \leq i \leq m} \left( \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij} \right)</math></p>	ОПК-6	34
3	<p>Дана матрица выигрышей . <math>\begin{pmatrix} -1 &amp; 1 \\ 1 &amp; -1 \end{pmatrix}</math>- кой матричной игре она может соответствовать?</p> <p>1. «Орлянка»;</p> <p>2. «Камень, ножницы, бумага»;</p> <p>3. «Четное-нечетное»;</p>	ОПК-1	У3

4	<p>Математическая модель транспортной задачи имеет вид:</p> $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min;$ $\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i = \overline{1, m}; \quad (1)$ $\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, j = \overline{1, n}; \quad (2)$ $x_{ij} \geq 0.$ <p>Строки (1) и (2) означают, что:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Все потребности должны быть удовлетворены и стоимость перевозок должна быть минимальной;</li> <li>2. Весь груз должен быть вывезен из пунктов отправления, план перевозок должен иметь минимальную стоимость;</li> <li>3. План перевозок должен иметь минимальную стоимость, потребности в грузе в пунктах назначения должны равняться общему запасу груза в пунктах отправления;</li> <li>4. Весь груз должен быть полностью вывезен из пунктов отправления, потребности в грузах должны быть удовлетворены полностью.</li> </ol>	ОПК-6	34
5	<p>В задаче линейного программирования по определению производственного плана на неизвестные обычно накладываются ограничения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. целочисленности;</li> <li>2. неотрицательности;</li> <li>3. целочисленности и неотрицательности;</li> <li>4. не накладываются никаких ограничений.</li> </ol>	ОПК-1	33
6	<p>Математическая модель задачи линейного программирования, представленной в каноническом виде:</p> $F = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, i = \overline{1, m}</math>  <math>x_j \geq 0 (j = \overline{1, n})</math></li> <li>2. <math>F = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max (\min)</math>  <math>\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, i = \overline{1, k}</math>  <math>\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, i = \overline{k+1, m}</math>  <math>x_j \geq 0 (j = \overline{1, l}, l \leq n)</math></li> <li>3. <math>F = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max (\min)</math>  <math>\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i, i = \overline{1, m}</math>  <math>x_j \geq 0 (j = \overline{1, n})</math></li> <li>4. <math>F = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max</math>  <math>\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, i = \overline{1, m}</math>  <math>x_j \geq 0 (j = \overline{1, n})</math></li> </ol>	ОПК-6	34

7	<p>На станцию текущего ремонта автомашин поступает простейший поток заявок на ремонт с плотностью <math>\lambda</math>. Автомастерская имеет <math>k</math> линий для ремонта автомашин. Во дворе станции могут одновременно находиться, ожидая ремонта, не более <math>n</math> машин. Среднее время ремонта одной автомашины – полчаса. Данная система массового обслуживания может находиться в одном из пяти состояний. Какой из вариантов соответствует данной задаче?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>k=3, n=1</math>;</li> <li><math>k=2, n=3</math>;</li> <li><math>k=3, n=2</math>;</li> <li><math>k=2, n=2</math>.</li> </ol>	ОПК-6	34
8	<p>В системах массового обслуживания уравнения Эрланга позволяют определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>предельные вероятности;</li> <li>абсолютную пропускную способность;</li> <li>относительную пропускную способность;</li> <li>вероятность отказа.</li> </ol>	ОПК-6	У4
9	<p>Выберите несколько правильных вариантов ответа. Какие из приведенных математических модели не относятся к задачам линейного программирования?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li> <math display="block">F = 2x - 3y \rightarrow \min</math> <math display="block">\begin{cases} x + 1.5y = 5 \\ 2(x - y) \leq 14 \\ x, y \geq 0 \end{cases}</math> </li> <li> <math display="block">F = 2x - 3^2y \rightarrow \max</math> <math display="block">\begin{cases} x + 1.5y = 5 \\ \sqrt{2}(x - y) \leq 14 \\ x, y \geq 0 \end{cases}</math> </li> <li> <math display="block">F = 2x - 3^2y^2 \rightarrow \max</math> <math display="block">\begin{cases} x + 2y = 5 \\ 2x - y \leq 14 \\ x, y \geq 0 \end{cases}</math> </li> <li> <math display="block">F = 2x - 3y \rightarrow \max</math> <math display="block">\begin{cases} 1/x + 3y = 5 \\ x \leq 14 + y \\ x, y \geq 0 \end{cases}</math> </li> </ol>	ОПК-1	У3
10	<p>Если задача линейного программирования имеет оптимальный план, то целевая функция может достигать своего максимального значения в:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>одной из вершин выпуклого многогранника решений;</li> <li>в любой точке, расположенной внутри выпуклого многогранника решений;</li> <li>в любой точке, расположенной вне выпуклого многогранника решений;</li> <li>в любой точке на прямолинейном отрезке, соединяющем пару вершины.</li> </ol> <p>дискретных многостадийных процессов?</p>	ОПК-1	33
11	<p>Предприятие производит изделия двух типов А и В из трех видов сырья I, II, III. Известен расход сырья на одно изделие каждого типа. Запасов сырья имеется: вида I – 27 ед., вида II – 18 ед., вида III – 10 ед. Изделие типа А приносит прибыль 3 ден. ед., типа В – 1 ден. ед. Известно, что оптимальным получится план, если полностью вложиться в производство изделий А и выпустить их в количестве 9 шт. Какую при этом предприятие сможет получить прибыль?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>27;</li> <li>18;</li> <li>10;</li> <li>3.</li> </ol>	ОПК-1	У3

12	<p>В системах массового обслуживания схема возможных состояний системы и возможных переходов из состояния в состояние называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. платежная матрица;</li> <li>2. симплекс-таблица;</li> <li>3. блок-схема;</li> <li>4. графом состояний.</li> </ol>	ОПК-1	33
13	<p>Дана математическая модель задачи линейного программирования:</p> $F = 2x + 3y \rightarrow \max$ $\begin{cases} x + 2y \leq 5 \\ 3x - y \leq 14 \\ x, y \geq 0 \end{cases}$ <p>Вектор-градиент, указывающий направление наискорейшего роста целевой функции, будет иметь координаты:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. (1; 3);</li> <li>2. (5; 14);</li> <li>3. (1; 2);</li> <li>4. (2; 3).</li> </ol>	ОПК-1	33
14	Если отрезки, соединяющие вершины графа, имеют направления, то граф называется ....	ОПК-1	УЗ
15	<p>Установите правильное соответствие А. отношение среднего числа заявок, обслуживаемых СМО в единицу времени, к среднему числу поступивших за это же время заявок...</p> <p>Б. последовательность однородных событий, появляющихся одно за другим в случайные моменты времени называется...</p> <p>В. среднее число заявок, которое сможет обслужить СМО в единицу времени называется ...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ... относительной пропускной способностью.</li> <li>2) ... абсолютной пропускной способностью.</li> <li>3) ... потоком событий.</li> </ol>	ОПК-1	33
16	<p>Дана платежная матрица:</p> $\begin{pmatrix} 0,1 & 0,4 & 0,2 \\ 0,5 & 0,4 & 0,3 \\ 0,3 & 0,2 & 0,1 \end{pmatrix}$ <p>Нижняя цена игры равна .....</p>	ОПК-6	34
17	<p>Игра с седловой точкой – это игра, для которой:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. верхняя цена игры меньше нижней цены игры;</li> <li>2. верхняя цена игры равна нижней цене игры;</li> <li>3. верхняя цена игры больше нижней цены игры.</li> </ol> <p>программирования?</p>	ОПК-1	33
18	<p>Предприятие производит изделия трех типов А, В и С из двух видов сырья I, II. Известен расход сырья на одно изделие каждого типа. Запасов сырья имеется: вида I – 27 ед., вида II – 18 ед. Изделие типа А приносит прибыль 3 ден. ед., типа В – 1 ден. ед., типа С – 2 ден. ед. Какие из неравенств будут формировать систему ограничений данной задачи?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>a_2 \cdot x + b_2 \cdot y + c_2 \cdot z \leq 18</math>;</li> <li>2. <math>3x + 1y + 2z \leq 0</math>;</li> <li>3. <math>x, y, z \geq 0</math>;</li> <li>4. <math>a_1 \cdot x + b_1 \cdot y + c_1 \cdot z \leq 27</math>.</li> </ol>	ОПК-6	НЗ

19	<p>Дана платежная матрица:</p> $\begin{pmatrix} 0,1 & 0,4 & 0,2 \\ 0,5 & 0,4 & 0,3 \\ 0,3 & 0,2 & 0,1 \end{pmatrix}.$ <p>Известно, что игра имеет седловую точку, а также, что нижняя цена игры <math>\alpha=0,3</math>. Верхняя цена игры равна .....</p>	ОПК-1	У3
20	<p>Дана платежная матрица:</p> $\begin{pmatrix} 0,1 & 0,4 & 0,2 \\ 0,5 & 0,4 & 0,3 \\ 0,3 & 0,2 & 0,1 \end{pmatrix}.$ <p>Верхняя цена игры равна .....</p>	ОПК-6	34
21	<p>На каком этапе решения оптимальных задач выделяют факторы, которые представляются наиболее важными, и устанавливают закономерности, которым они подчиняются?</p>	ОПК-6	34
22	<p>В транспортной задаче для вычисления суммарных затрат на перевозку необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. найти сумму произведений тарифов на соответствующие объемы перевозок, стоящих в вершинах цикла со знаком «+» ;</li> <li>2. просуммировать объемы перевозок, стоящие в заполненных клетках таблицы;</li> <li>3. найти сумму произведений тарифов на соответствующие объемы перевозок;</li> <li>4. найти сумму произведений тарифов на соответствующие объемы перевозок, стоящих в вершинах цикла со знаком «-».</li> </ol>	ОПК-1	У3
23	<p>Среднее количество заявок, обслуживаемых СМО в единицу времени, называется .....</p> <p>пропускной способностью.</p>	ОПК-6	У4
24	<p>Предприятие производит изделия двух типов А и В из трех видов сырья I, II, III. Известен расход сырья на одно изделие каждого типа. Запасов сырья имеется: вида I – 27 ед., вида II – 18 ед., вида III – 10 ед. Изделие типа А приносит прибыль 3 ден. ед., типа В – 1 ден. ед. Необходимо определить план выпуска изделий, при котором предприятие будет иметь наибольшую прибыль. Это ...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. задача оптимального распределения инвестиций;</li> <li>2. задача о использовании ресурсов;</li> <li>3. транспортная задача;</li> <li>4. задача принятия решения в условиях неопределенности.</li> </ol>	ОПК-6	34
25	<p>. В MS Excel с помощью надстройки «Поиск решения» можно решать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. задачи оптимизации;</li> <li>2. задачи классификации;</li> <li>3. задачи анализа временных рядов;</li> <li>4. системы дифференциальных уравнений.</li> </ol>	ОПК-6	34
26	<p>Для решения задачи условной оптимизации можно использовать метод:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. наименьших квадратов;</li> <li>2. потенциалов;</li> <li>3. множителей Лагранжа;</li> <li>4. симплекс-метод.</li> </ol>	ОПК-6	34
27	<p>Транспортная задача – это задача линейного программирования, в которой необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. максимизировать затраты на перевозку;</li> <li>2. минимизировать затраты на перевозку;</li> <li>3. максимизировать прибыль;</li> <li>4. минимизировать прибыль.</li> </ol>	ОПК-1	33

28	<p>Установите правильное соответствие между началом правила перехода от одной формы задачи линейного программирования к другой и его окончанием.</p> <p>А. Для перехода от ограничения типа «больше или равно» к равенству...</p> <p>Б. Для перехода от ограничения типа «меньше или равно» к равенству...</p> <p>В. Для перехода от задачи максимизации целевой функции к задаче минимизации...</p> <p>1. ...необходимо в выражение ввести дополнительную неотрицательную переменную со знаком «плюс».</p> <p>2. ...необходимо взять все коэффициенты этого выражения с обратными знаками.</p> <p>3. ...необходимо в выражение ввести дополнительную неотрицательную переменную со знаком «минус».</p>	ОПК-6	34
29	<p>Установите правильное соответствие:</p> <p>А. транспортная задача</p> <p>Б. задача оптимального распределения инвестиций</p> <p>В. задача о кратчайшем пути</p> <p>1) теория графов</p> <p>2) линейное программирование</p> <p>3) динамическое программирование</p>	ОПК-6	34
30	<p>Матричная игра – это частный случай антагонистической игры, при котором обязательно выполняется одно из требований:</p> <p>1. один из игроков имеет бесконечное число стратегий;</p> <p>2. оба игрока имеют конечное число стратегий;</p> <p>3. оба игрока имеют бесконечно много стратегий;</p> <p>4. оба игрока имеют одно и то же число стратегий.</p>	ОПК-6	34
31	Для чего предназначено моделирование?	ОПК-6	34
32	<p>В любой матричной игре нижняя цена ..... верхней.</p> <p>1. равна;</p> <p>2. меньше;</p> <p>3. больше;</p> <p>4. не превосходит.</p>	ОПК-1	33
33	В задачах линейного программирования допустимое решение, при котором линейная целевая функция F принимает свое максимальное (минимальное) значение, называется .....	ОПК-6	34
34	Транспортная задача, в которой суммарные запасы равны сумме потребностей, называется .....	ОПК-6	34
35	<p>Установите правильное соответствие между началом правила перехода от одной формы задачи линейного программирования к другой и его окончанием.</p> <p>А. Для перехода от ограничения типа «больше или равно» к равенству...</p> <p>Б. Для перехода от ограничения типа «меньше или равно» к равенству...</p> <p>В. Для перехода от задачи максимизации целевой функции к задаче минимизации</p> <p>1. ...необходимо в выражение ввести дополнительную неотрицательную переменную со знаком «плюс».</p> <p>2. ...этого выражения с обратными знаками.</p> <p>3. ...необходимо в выражение ввести дополнительную неотрицательную переменную со знаком «минус».</p>	ОПК-6	34
36	<p>Выберите несколько правильных вариантов ответа. Дана матрица выигрышей</p> $\begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$ <p>Какой матричной игре она может соответствовать?</p> <p>1. «Орлянка»;</p> <p>2. «Камень, ножницы, бумага»;</p> <p>3. «Четное-нечетное».</p>	ОПК-6	34

37	<p>В транспортной задаче для проверки оптимальности полученного плана используется метод:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. метод потенциалов;</li> <li>2. метод минимального элемента;</li> <li>3. множителей Лагранжа;</li> <li>4. северо-западного угла.</li> </ol>	ОПК-6	34
38	<p>Выберите несколько правильных вариантов ответа. На 3 складах сосредоточен однородный груз в количествах 80, 100, и <math>x</math> единиц. Данный груз необходимо доставить 4 потребителям, потребности которых равны соответственно 80, 50, <math>y</math>, 70 единиц. В каком случае данная задача будет закрытого типа?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>x=50, y=100</math>;</li> <li>2. <math>x=20, y=100</math>;</li> <li>3. <math>x=70, y=50</math>;</li> <li>4. <math>x=50, y=30</math>.</li> </ol>	ОПК-6	34
39	<p>В транспортной задаче для определения первоначального опорного плана используются методы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. метод потенциалов;</li> <li>2. метод минимального элемента;</li> <li>3. множителей Лагранжа;</li> <li>4. северо-западного угла.</li> </ol>	ОПК-6	34
40	<p>Дана платежная матрица:</p> $\begin{pmatrix} 0,1 & 0,4 & 0,2 \\ 0,5 & 0,4 & 0,3 \\ 0,3 & 0,2 & 0,1 \end{pmatrix}.$ <p>Нижняя цена игры соответствует ..... стратегии первого игрока.</p>	ОПК-6	34
41	<p>В игре с полной неопределенностью относительно поведения второго игрока, заданной следующей платежной матрицей:</p> $\begin{pmatrix} 5 & 10 & 18 & 25 \\ 8 & 7 & 8 & 23 \\ 21 & 18 & 12 & 21 \\ 20 & 22 & 19 & 15 \end{pmatrix}$ <p>оптимальной стратегией первого игрока, исходя из критерия Вальда, является стратегия ..... (цифра).</p>	ОПК-6	34
42	<p>В игре с полной неопределенностью относительно поведения второго игрока, заданной следующей платежной матрицей:</p> $\begin{pmatrix} 5 & 10 & 18 & 25 \\ 8 & 7 & 8 & 23 \\ 21 & 18 & 12 & 21 \\ 20 & 22 & 19 & 15 \end{pmatrix}$ <p>оптимальной стратегией первого игрока, исходя из критерия максимакса, является стратегия ..... (цифра).</p>	ОПК-6	34

43	<p>На 3 складах сосредоточен однородный груз в количествах 80, 100, и <math>x</math> единиц. Данный груз необходимо доставить 4 потребителям, потребности которых равны соответственно 80, 50, 50, 70 единиц. В каком случае при решении задачи необходимо будет добавлять фиктивного поставщика?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>при <math>x=70</math>;</li> <li>при <math>x=30</math>;</li> <li>при <math>x=80</math>;</li> <li>при <math>x=100</math>.</li> </ol>	ОПК-1	У3
44	Какие методы используются для решения оптимальных задач с нелинейными функциями цели?	ОПК-6	34
45	Какие методы используются для решения оптимальных задач, в которых критерии оптимальности и ограничения задаются в виде позиномов?	ОПК-1	33
46	Какие задачи решаются с помощью методов геометрического программирования?	ОПК-1	У3
47	<p>К регулярным потокам событий можно отнести:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>поток деталей на сборочном конвейере;</li> <li>поток машин на станцию технического обслуживания;</li> <li>поток появлений искры на свече исправного автомобильного двигателя (на стационарном режиме);</li> <li>поток изменений минутной цифры на электронных часах.</li> </ol>	ОПК-6	34
48	<p>К ординарным потокам событий можно отнести:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>поток пассажиров, входящих в метро через турникет;</li> <li>поток машин, прибывающих на станцию технического обслуживания;</li> <li>поток деталей, поступающих на конвейер для сборки;</li> <li>поток автомашин, движущихся по улицам города в час пик.</li> </ol>	ОПК-6	34
49	Какие задачи решаются с помощью методов динамического программирования?	ОПК-6	34
50	Какие задачи решаются с помощью методов вариационного исчисления?	ОПК-1	33
51	На каком этапе решения оптимальных задач выделяют факторы, которые представляются наиболее важными, и устанавливают закономерности, которым они подчиняются?	ОПК-1	33
52	На каком этапе решения оптимальных задач выполняется построение целевой функции переменных?	ОПК-1	33
53	На каком этапе решения оптимальных задач строится числовая характеристика, большему (или меньшему) значению которой соответствует лучшая ситуация с точки зрения принимающего решения?	ОПК-1	33
54	На каком этапе решения оптимальных задач находят решение, используя методы математического программирования?	ОПК-1	33
55	На каком этапе решения оптимальных задач устанавливается степень адекватности модели и моделируемого объекта в пределах точности исходной информации?	ОПК-1	33
56	<p>В игре с полной неопределенностью относительно поведения второго игрока, заданной следующей платежной матрицей:</p> $\begin{pmatrix} 5 & 10 & 18 & 25 \\ 8 & 7 & 8 & 23 \\ 21 & 18 & 12 & 21 \\ 20 & 22 & 19 & 15 \end{pmatrix}$ <p>оптимальная стратегия первого игрока, исходя из критерия Гурвица (<math>\alpha=0,5</math>), является стратегия ..... (цифра).</p>	ОПК-6	34
57	Что выполняется на этапе построения математической модели рассматриваемой проблемы при решении оптимальных задач?	ОПК-1	33

58	<p>Предприятие производит изделия двух типов А и В из трех видов сырья I, II, III. Известен расход сырья на одно изделие каждого типа. Запасов сырья имеется: вида I – 27 ед., вида II – 18 ед., вида III – 10 ед. Изделие типа А приносит прибыль 3 ден. ед., типа В – 1 ден. ед. В данном случае целевая функция, определяющая общую прибыль от реализации будет иметь вид:</p> <p>1. <math>F=3x-1y \rightarrow \max</math>;  2. <math>F=27x+18y+10z \rightarrow \max</math>;  3. <math>F=3x+1y \rightarrow \min</math>;  4. <math>F=3x+1y \rightarrow \max</math>.</p>	ОПК-6	НЗ
59	Что выполняется на этапе экспертной проверки результатов при решении оптимальных задач?	ОПК-1	33
60	Что выполняется на этапе построения математической модели рассматриваемой проблемы при решении оптимальных задач?	ОПК-1	УЗ
61	Для чего предназначено моделирование?	ОПК-6	34
62	<p>Ранг матрицы системы ограничений закрытой транспортной задачи равен:</p> <p>1. <math>m+n+1</math>;  2. <math>m+n</math>;  3. <math>m*n</math>;  4. <math>m+n-1</math>.</p>	ОПК-1	УЗ
63	<p>Что будет являться решением данного линейного неравенства <math>2(x-y) &lt; 14</math>?</p> <p>1. множество точек, расположенных на прямой <math>2(x-y)=14</math>;  2. множество точек, расположенных под прямой <math>2(x-y)=14</math>;  3. множество точек, расположенных над прямой <math>2(x-y)=14</math>;  4. неравенство не будет иметь решения.</p>	ОПК-6	У4
64	Что отражает критерий эффективности?	ОПК-6	34
65	<p>В игре с полной неопределенностью относительно поведения второго игрока, заданной следующей платежной матрицей:</p> $\begin{pmatrix} 5 & 10 & 18 & 25 \\ 8 & 7 & 8 & 23 \\ 21 & 18 & 12 & 21 \\ 20 & 22 & 19 & 15 \end{pmatrix}$ <p>оптимальной стратегией первого игрока, исходя из критерия Севиджа, является стратегия ..... (цифра).</p>	УК-2	37
66	<p>В игре с полной неопределенностью относительно поведения второго игрока, заданной следующей платежной матрицей:</p> $\begin{pmatrix} 5 & 10 & 18 & 25 \\ 8 & 7 & 8 & 23 \\ 21 & 18 & 12 & 21 \\ 20 & 22 & 19 & 15 \end{pmatrix}$ <p>оптимальной стратегией первого игрока, исходя из критерия Лапласа, является стратегия ..... (цифра).</p>	ОПК-6	34
67	Какой метод применяют для отыскания экстремальных значений внутри указанной области?	ОПК-1	33
68	Какие методы позволяют снизить размерность решаемой задачи?	ОПК-6	34
69	Случайный процесс называется процессом с ..... временем, если система может менять свои состояния только в моменты времени $t_1, t_2, \dots, t_n$ , число которых конечно или бесконечно, но счётно.	ОПК-6	34

70	Случайный процесс называется процессом с ..... временем, если переходы системы из состояния в состояние могут происходить в любой момент $t$ наблюдаемого периода $T$ .	ОПК-6	34
71	Какие методы представляют собой алгоритм определения оптимальной стратегии управления на всех стадиях процесса?	ОПК-6	34
72	Установите правильное соответствие: А. Поток событий называется ординарным, если... Б. Поток событий называется стационарным, если... В. Поток событий называется потоком без последействия, если...  1) ...для любых непересекающихся промежутков времени и случайные величины $X_1$ и $X_2$ независимы. 2) ...все его вероятностные характеристики не зависят от времени. 3) ...события в нем появляются поодиночке, а не группами.	ОПК-1	У3
73	Поток событий, в котором интервалы времени между событиями одинаковы и равны неслучайной величине $t$ , называется .....	ОПК-6	34
74	Если вероятности состояний не зависят от времени, то их называют ..... вероятностями состояний.	ОПК-6	34
75	Антагонистическую игру с конечными множествами стратегий у участников называют .....	ОПК-6	34
76	Установите правильное соответствие: А. транспортная задача Б. задача оптимального распределения инвестиций В. задача о кратчайшем пути  1) теория графов 2) линейное программирование 3) динамическое программирование	ОПК-6	34
77	Установите правильное соответствие между элементами математической модели задачи об использовании ресурсов и их описанием:  А. $\begin{cases} x + 1.5y = 5 \\ 2(x - y) \leq 14 \end{cases}$ Б. $F = 2x + 3y \rightarrow \max$ В. $x, y \geq 0$  1) условие, связанное с ограниченностью ресурсов 2) целевая функция 3) условие, связанное с неотрицательностью переменных	ОПК-6	34
78	Игра с нулевой суммой и двумя участниками называется .....	ОПК-6	34
79	Транспортная задача будет являться открытой, если: 1. суммарные поставки равны суммарным потребностям; 2. суммарные поставки больше суммарных потребностей; 3. суммарные поставки меньше суммарных потребностей; 4. суммарные поставки не равны суммарным потребностям.	ОПК-1	У3
80	Если задача линейного программирования имеет оптимальный план, то целевая функция достигает своего максимального значения в одной из ..... выпуклого многогранника решений.	ОПК-1	У3
81	На каком этапе решения оптимальных задач выделяют факторы, которые представляются наиболее важными, и устанавливают закономерности, которым они подчиняются?	ОПК-6	34
82	Градиент функции – это вектор, координаты которого равны ..... производным функции по соответствующим переменным.	ОПК-1	33

83	<p>В теории игр стратегией называется...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. множество всех ходов, сделанных игроками от начала до конца игры.</li> <li>2. упрощенная математическая модель конфликтной ситуации.</li> <li>3. упорядоченная по шагам игры совокупность тактик игрока при переходе из начального в конечное состояние процесса игры.</li> <li>4. модель конкретной обстановки, которая является результатом определенных действий, выбранных игроками.</li> </ol>	ОПК-6	34
84	На каком этапе решения оптимальных задач находят решение, используя методы математического программирования?	ОПК-6	34
85	На каком этапе решения оптимальных задач устанавливается степень адекватности модели и моделируемого объекта в пределах точности исходной информации?	ОПК-6	34
86	Что выполняется на этапе построения качественной модели рассматриваемой проблемы при решении оптимальных задач?	ОПК-6	34
87	Градиент функции, вычисленный в некоторой точке, ..... линии уровня функции, проходящей через эту точку, и показывает направление наибольшего роста функции.	ОПК-1	33
88	«Игры с природой» – это ситуации, в которых один из участников ..... к результатам игры.	ОПК-1	33
89	Линией уровня целевой функции называется прямая, на которой целевая функция задачи принимает ..... значение.	ОПК-1	33
90	Отношение среднего числа заявок, обслуживаемых СМО в единицу времени, к среднему числу поступивших за это же время заявок называется ..... пропускной способностью.	ОПК-1	33
91	В симплекс-методе если все базисные переменные больше 0, то базисное решение называется .....	ОПК-1	У3
92	<p>Два игрока играют в игру «камень, ножницы, бумага». Матрица данной игры будет иметь размерность:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2x3;</li> <li>2. 3x3;</li> <li>3. 3x2;</li> <li>4. 2x2.</li> </ol>	ОПК-1	У3
93	В симплекс-методе допустимое решение, соответствующее нулевым значениям свободных переменных, называется ..... решением.	ОПК-6	34
94	Все точки, удовлетворяющие уравнению системы ограничений задачи линейного программирования с двумя переменными, образуют на плоскости .....	ОПК-6	34
95	<p>Что такое допустимый план задачи линейного программирования?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. план, при подстановке которого в систему ограничений все они выполняются;</li> <li>2. план, при подстановке которого в систему ограничений выполняется хотя бы одно ограничение;</li> <li>3. план, при подстановке которого в систему ограничений выполняется только одно ограничение;</li> <li>4. план, при подстановке которого в систему ограничений ни одно из них не выполняется.</li> </ol> <p>дискретных многостадийных процессов?</p>	ОПК-6	34
96	Какие методы представляют собой алгоритм определения оптимальной стратегии управления на всех стадиях процесса?	ОПК-1	У3
97	Необходимые условия экстремума: если функция имеет экстремум в некоторой точке, то ее частные производные первого порядка равны ..... или не существуют в этой точке.	ОПК-1	У3
98	Действительный или формальный конфликт, в котором имеется по крайней мере два участника, каждый из которых стремится к достижению собственных целей называется .....	ОПК-1	33
99	При нахождении глобального максимума или минимума в замкнутой, ограниченной области непрерывная в этой области функция достигает наибольшего и наименьшего значений на ..... или во внутренних точках области.	ОПК-1	У3
100	Поток событий называется ....., если его вероятностные характеристики не зависят от времени.	ОПК-1	33

### 5.3. Материалы для оценки достижения компетенций

#### 5.3.7. Вопросы для устного опроса

№	Содержание	Компетенция	ИД
1	Понятия «решение», «оптимальное решение», «лицо принимающее решение»	ОПК-6	34
2	Критерии и альтернативы при принятии решений	ОПК-6	34
3	Классификация решений по инновационности, по числу лиц, участвующих в принятии решений	ОПК-6	34
4	Классификация решений по времени действия, по масштабу изменений	ОПК-6	34
5	Понятие математических методов и моделей	ОПК-1	33
6	Основные этапы оптимизации управленческого решения с помощью математических методов	ОПК-6	34
7	Постановка задачи линейного программирования	ОПК-1	33
8	Основные теоремы линейного программирования	ОПК-1	33
9	Геометрическое решение задачи линейного программирования	ОПК-1	33
10	Исторические этапы исследований транспортной задачи	ОПК-1	33
11	Основные постановки транспортной задачи	ОПК-6	34
12	Критерии оптимизации транспортной задачи.	ОПК-6	34
13	Содержательная постановка транспортной задачи. Построение транспортной таблицы	ОПК-6	34
14	Модель открытой транспортной задачи	ОПК-1	33
15	Модель закрытой транспортной задачи	ОПК-1	33
16	Этапы решения транспортной задачи	ОПК-6	34
17	Метод северо-западного угла	ОПК-6	34
18	Метод минимального тарифа	ОПК-6	34
19	Метод потенциалов, его экономический смысл	ОПК-6	34
20	Постановка проблемы управления запасами	ОПК-1	33
21	Затраты на управление запасами	ОПК-6	34
22	Модель управления запасами 20/80 и ABC	ОПК-1	33
23	Допущения в модели управления запасами Уилсона	ОПК-1	33
24	Графическое представление циклов изменения уровня запасов в модели Уилсона	ОПК-1	33
25	Построение модели Уилсона	ОПК-1	33
26	Исторические этапы теории игр	ОПК-6	34
27	Цель теории игр. Понятие игры	ОПК-6	34
28	Ходы и стратегии в теории игр	ОПК-6	34
29	Седловая точка	ОПК-1	33
30	Постановка задачи матричной игры	ОПК-1	33
31	Принцип максимина в теории игр	ОПК-6	34
32	Понятие чистой и смешанной стратегии в теории игр	ОПК-6	34
33	Условия применения смешанных стратегий в теории игр	ОПК-6	34
34	Аналитический метод решения матричных игр 2x2	ОПК-6	34
35	Графический метод решения матричных игр 2x2	ОПК-1	33
36	Графический метод решения матричных игр в смешанных стратегиях 2xn и mx2	ОПК-6	34
37	Понятие неопределенности в теории игр	ОПК-1	33
38	Понятие риска в теории игр	ОПК-1	33
39	Понятие «игры с природой»	ОПК-1	33
40	Задача принятия решений в условиях неопределенности	ОПК-1	33
41	Задача принятия решений в условиях риска	ОПК-6	34
42	Критерий Вальда, критерий оптимизма, критерий пессимизма	ОПК-6	34
43	Критерий Сэвиджа, критерий Гурвица	ОПК-6	34
44	Критерий Байеса	ОПК-1	33
45	Критерий Лапласа	ОПК-1	33
46	Критерий Гермейера	ОПК-6	34
47	Сетевой график и его характеристики	ОПК-6	34
48	Критический путь при сетевом планировании	ОПК-6	34
49	Правила построения сетевых графиков	ОПК-1	33
50	Понятие теории графов	ОПК-6	34

#### 5.3.8. Задания для проверки формирования навыков

№	Содержание	Компетенция	ИД
1	Решение задач линейного программирования	ОПК-1	НЗ
2	Решение транспортной задачи	ОПК-6	НЗ
3	Решение задачи целочисленного программирования	ОПК-6	НЗ
4	Нахождение условного экстремума	ОПК-1	НЗ
5	Решение задачи оптимального распределения ресурсов	ОПК-1	НЗ
6	Модель управления запасами	ОПК-6	НЗ
7	Задачи многокритериальной оптимизации.	ОПК-1	УЗ
8	Решение выпуклых задач оптимизации	ОПК-1	НЗ

#### 5.3.9. Вопросы для контрольной (расчетно-графической) работы

Не предусмотрено

## 5.4. Система оценивания достижения компетенций

### 5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации

Индикаторы дотижения компетенций		Номера вопросов и	
Код	Содержание	вопросы к экзамену	задачи к экзамену
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности			
ЗЗ	методы математического анализа	13	
УЗ	применять методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач	1,2,6, 9-12, 14, 16,17,19	10, 14
НЗ	применения методов оптимизации, теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности		1-7, 11-13
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования			
З4	методы оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений	4,5,7,20	
У4	применять методы математического, статистического и имитационного моделирования для задач принятия решений	3, 8, 15, 18	
НЗ	анализа и разработки экономических процессов с применением методов математического моделирования		8, 9, 15

**5.4. Система оценивания достижения компетенций**  
**5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля**

Индикаторы достижения компетенций		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки навыков
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности				
ЗЗ	методы математического анализа	5, 10, 12, 13, 15, 17, 27, 32, 43, 45, 50, 52-55, 57, 59, 67, 82, 87-90, 98, 100	5, 7-10, 14, 15, 20, 22-25, 29, 30, 35, 37-40, 44, 45, 49	
УЗ	применять методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач	1, 3, 9, 11, 14, 19, 22, 46, 51, 60, 62, 72, 79, 80, 91, 92, 96, 97, 99		7
НЗ	применения методов оптимизации, теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности			1, 4, 5, 8
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования				
З4	методы оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений	2, 4, 6, 7, 16, 20, 21, 24-26, 28-31, 33-42, 44, 47- 49, 56, 61, 64-66, 68-71, 73-78, 81, 83-86, 93, 94, 95	1- 4, 6, 11-13, 16-19, 21, 26-28, 31-34, 36, 41-43, 46-48, 50	
У4	применять методы математического, статистического и имитационного моделирования для задач принятия решений	8, 23, 63		
НЗ	анализа и разработки экономических процессов с применением методов математического моделирования	18, 58		2, 3, 6

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература

№	Библиографическое описание	Вид издания
1	Бородин А. В. Методы оптимальных решений [электронный ресурс]: Учебное пособие / А. В. Бородин, К. В. Пителинский; Московский политехнический университет - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022 - 203 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=423197">https://znanium.com/catalog/document?id=423197</a>	Учебное
2	Коломейченко А. С. Математическое моделирование и проектирование [электронный ресурс]: Учебное пособие / А. С. Коломейченко, И. Н. Кравченко, А. Н. Ставцев, А. А. Полухин; Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий - ВНИИ эконо; Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2021 - 181 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=376049">https://znanium.com/catalog/document?id=376049</a>	Учебное
3	Колпаков В. Ф. Экономико-математическое и эконометрическое моделирование: Компьютерный практикум [электронный ресурс]: Учебное пособие / В. Ф. Колпаков - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018 - 396 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=320728">http://znanium.com/catalog/document?id=320728</a>	Учебное
4	Мастяева И. Н. Методы оптимальных решений [электронный ресурс]: Учебник / И. Н. Мастяева, Г. И. Горемыкина - Москва: ООО "КУРС", 2018 - 384 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] URL: <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=309172">http://znanium.com/catalog/document?id=309172</a>	Учебное
5	Улезько А. В. Порядок оценивания результатов достижения компетенций [Электронный ресурс]: методические материалы для основной образовательной программы бакалавриата по направлению: 09.03.03 Прикладная информатика, профиль: Информационные системы и технологии в менеджменте АПК / [А. В. Улезько, С. А. Кулев, А. А. Толстых]; Воронежский государственный аграрный университет - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 [ПТ] URL: <a href="http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m153419.pdf">http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m153419.pdf</a>	Методическое
6	Улезько А. В. Порядок формирования компетенций: методические материалы для основной образовательной программы бакалавриата по направлению: 09.03.03 Прикладная информатика, профиль: Информационные системы и технологии в менеджменте АПК / А.В. Улезько, С.А. Кулев, А.А. Толстых. – Воронеж: ВГАУ, 2019. – 39 с	Методическое
7	Экономика и математические методы: журнал / учредитель : Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук "Издательство Наука" - Москва: Наука, 1965-	Периодическое
8	Экономические науки: научные доклады высшей школы - Москва: Б.и., 1958-1992	Периодическое

### 6.2. Ресурсы сети Интернет

#### 6.2.1. Электронные библиотечные системы

№	Название
1	Лань
2	ZNANIUM.COM
3	ЮРАЙТ
4	IPRbooks
5	E-library
6	Электронная библиотека ВГАУ

### 6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы

№	Название	Размещение
1	Единая межведомственная информационно – статистическая система	<a href="https://fedstat.ru/">https://fedstat.ru/</a>
2	База данных показателей муниципальных образований	<a href="http://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm">http://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm</a>
3	Справочная правовая система Гарант	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
4	Справочная правовая система Консультант Плюс	<a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>

### 6.2.3. Сайты и информационные порталы

№	Название	Размещение
1	Моделирование, анализ и оптимизация бизнес-процессов (BPM)	<a href="http://arzumanyan.com.ru/activity/9/27.html">http://arzumanyan.com.ru/activity/9/27.html</a>

## 7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование

№	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия .	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, д.1
2	Учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows / Linux (ALT Linux)/ Ред ОС, Office MS Windows / OpenOffice / LibreOffice, Adobe Reader / DjVu Reader, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, eLearning server , AST Test.	394087, Воронежская обл., г. Воронеж, ул. Мичурина, 1 (ауд. 113, 115, 116, 119 120, 122, 123а, 126, 219, 220, 224, 241, 273 - с 16.00 до 20.00), 232а
3	Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows / Linux (ALT Linux)/ Ред ОС, Office MS Windows / OpenOffice / LibreOffice, Adobe Reader / DjVu Reader, Ян-декс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, eLearning server , AST Test, Альт Финансы 3, Mathcad, Maxima.	394087, Воронежская обл., г. Воронеж, ул. Мичурина, 1 (ауд. 113, 115, 116, 119 120, 122, 123а, 126, 219, 220, 224, 241, 273 - с 16.00 до 20.00), 232а

В ходе освоения учебного материала и решения практических задач могут использоваться достаточно трудоемкие методы. Применение специализированного программного обеспечения (Mathcad, Statistica, MS Office) для решения этих задач позволит создавать математические модели изучаемых явлений, автоматизировать эксперимент, упростит обработку результатов. Это может положительно отразиться на качестве обучения. Кроме того, с каждым годом все больше предпочтения отдается учебным материалам, представленным в электронном виде. Использование компьютеров позволяет обеспечить быстрый доступ к необходимой информации, например, справочной системе «Консультант Плюс», электронной библиотеке, ресурсам сети Интернет.

## 7.2. Программное обеспечение


### 7.2.1. Программное обеспечение общего назначения

№	Название	Размещение
1	Операционные системы MS Windows /Linux /Ред ОС	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Пакеты офисных приложений MS Office / OpenOffice/LibreOffice	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader	ПК в локальной сети ВГАУ
4	Браузеры Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Microsoft Edge	ПК в локальной сети ВГАУ
5	Антивирусная программа DrWeb ES	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Программа-архиватор 7-Zip	ПК в локальной сети ВГАУ
7	Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic	ПК в локальной сети ВГАУ
8	Платформа онлайн-обучения eLearning server	ПК в локальной сети ВГАУ
9	Система компьютерного тестирования AST Test	ПК в локальной сети ВГАУ

### 7.2.2. Специализированное программное обеспечение

1	ППП для решения задач технических вычислений Matlab 6.1/SciLab	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Система компьютерной алгебры Mathcad	ПК в локальной сети ВГАУ

## 8. Междисциплинарные связи

Взаимосвязанные дисциплины		Кафедра, на которой преподается дисциплина	Подпись заведующего кафедрой
Код	Название		
Б1.О.10	Математика	Математики и физики	
Б1.В.05	Моделирование бизнес-процессов	Информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем	