

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**



**ПРОВЕРКА**  
 Протокол № \_\_\_\_\_  
 от «06» / 02 / 2015 г.  
 А.А.Панфило

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»**

**Направление подготовки 09.03.03 Прикладная информатика**

**Профиль подготовки Прикладная информатика в экономике**

**Уровень высшего образования бакалавриат**

**Форма обучения очная**

Семестр	Трудоем- кость зач, ед, час.	Лек- ций, час.	Практик. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экс./зачет)
4	4/144	36	18	-	45	КР, экзамен (45 час.)
5	4/144	36	18	-	45	экзамен (45 час.)
<b>Итого</b>	<b>8/288</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>90</b>	<b>КР, 2 экзамена (90 час.)</b>

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

*Целями освоения* дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» являются:

- формирование у студентов компетенции, направленной на поиск наиболее эффективных решений поставленных прикладных задач, освоение типовых моделей этих задачи и алгоритмов их решения

- ознакомление студентов с основами теории принятия решений и исследования операций как методологического инструмента в профессиональной деятельности для принятия адекватных (т.е. обоснованных, целесообразных и реализуемых) управленческих решений;

- ознакомление студентов с основными современными научно-практическими и методическими направлениям и методами принятия решений применительно к техническим системам и процессам.

### *Задачи дисциплины:*

- изучение методов оптимизации;

- изучение теоретических основ методов исследования операций и принятия решений;

- формирование представлений о современных направлениях и методах в области исследования операций и принятия решений применительно к процессам в различных прикладных областях;

- формирование представлений о методах практического применения методов исследования операций и принятия решений в задачах, связанных с управлением в различных прикладных областях.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана.

Для освоения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» из математики и дискретной математики студент должен знать и уметь применять основные математические методы, которые могут быть использованы в процессе принятия решений по управлению сложными техническими системами, знать и владеть принципами системного анализа, знать основные положения теории вероятностей и математической статистики и условия их корректного применения, знать и владеть методами применения современных программных средств.

По «выходу» дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» находится во взаимосвязи с дисциплинами «Моделирование бизнес-процессов», «Компьютерные системы поддержки принятия решений».

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» позволит студентам овладеть следующей компетенцией:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности (ОПК - 3).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности;
- общую формулировку задачи оптимизации, классификацию оптимизационных задач, типовые модели этих задач и методы их решения.

**Уметь:**

- формулировать содержательную постановку задачи и осуществить ее формализацию, определить тип полученной модели,
- выбрать соответствующий метод решения, применить его к поставленной задаче, используя для этого компьютерную технику с соответствующим программным обеспечением;
- анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;
- проводить оценку экономических затрат и рисков при создании информационных систем.

**Владеть:**

- методами классического математического анализа, методами линейного и нелинейного программирования, сетевого планирования и динамического программирования, универсальным и специальным программным обеспечением.
- методами исследования оценки экономических затрат и рисков при создании информационных систем;
- системным подходом и математическими методами формализации решения прикладных задач.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единицы, 288 часа

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по сем)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР			
1	Общее представление об оптимизации и ее роль в обеспечении эффективного решения прикладных задач. Примеры оптимизационных задач.	4	1-2	4					2		2/50	
2	Методика формализации оптимизационных задач. Классификация их по виду математической модели.	4	3-4	4	2				3		3/50	
3	Задачи, модели и методы линейного программирования	4	5-6	4	4				6		4/50	1 рейтинг-контроль
4	Задачи линейного программирования, интерпретируемые на графах и методы их решения	4	7-8	4	3				6		2/28	
5	Транспортные задачи линейного программирования и методы их решения	4	9-10	4	3				6		3/42	
6	Задачи и модели нелинейной статической оптимизации и их решение методами классического математического анализа	4	11-12	4	2				4		3/50	2 рейтинг-контроль
7	Численные методы поиска экстремума целевой функции	4	13-14	4	2				8		3/50	
8	Понятие о динамической оптимизации. Модели и методы динамического программирования	4	15-16	4	2				4		3/50	
9	Основные подходы к решению задач векторной (многокритериальной) оптимизации	4	17	2					3		1/50	
10	Основные подходы к решению задач стохастической оптимизации	4	18	2					3		1/50	3 рейтинг-контроль
<b>Итого за семестр</b>		4		<b>36</b>	<b>18</b>				<b>45</b>	<b>КР</b>	<b>25/46%</b>	<b>3 р-к, экзамен</b>

11	Введение. Основные понятия исследования операций.	5	1-4	8			16		4/50	
12	Методы принятия решений в условиях статистической неопределенности.	5	5-7	6					3/50	4 рейтинг-контроль
13	Решение игр	5	8-11	8	10		16		9/50	
14	Основы теории статистических игр (статистических решений)	5	12-14	6			5		3/50	5 рейтинг-контроль
15	Принятие решений в условиях полной неопределенности.	5	15-16	4	4		4		4/50	
16	Выбор решений с помощью дерева решений (позиционные игры).	5	17-18	4	4		4		4/50	6 рейтинг-контроль
<b>Итого за семестр</b>		<b>5</b>		<b>36</b>	<b>18</b>		<b>45</b>		<b>27/50%</b>	<b>3 р-к, экзамен</b>
<b>Итого</b>				<b>72</b>	<b>36</b>		<b>90</b>	<b>КР</b>	<b>52/48%</b>	<b>6 р-к, 2 экз</b>

## Содержание дисциплины

### Лекции

**Тема 1.** «Общее представление об оптимизации и ее роль в обеспечении эффективного решения прикладных задач».

Примеры оптимизационных задач из реальных областей техники, экономики и т.п. Понятие о критерии оптимальности (целевой функции) и ограничениях.

**Тема 2.** «Методика формализации оптимизационных задач их классификация».

Разбор различных примеров с описанием содержательной постановки задачи и получения ее математической модели. Изложение общей методики формализации. Классификация оптимизационных задач: скалярная и векторная, статическая и динамическая, детерминированная и стохастическая. Задачи и модели математического программирования и их разновидности: линейное, нелинейное, квадратичное, сепарабельное, геометрическое программирование.

**Тема 3.** «Задачи, модели и методы линейного программирования (ЛП)».

Модель ЛП и ее запись в развернутом и векторно-матричном виде. Общая и каноническая задачи ЛП. Понятие о свободных и базисных переменных, основные свойства систем линейных алгебраических уравнений. Геометрическая интерпретация задач ЛП и их графическое решение. Основные свойства решения задач ЛП. Сущность алгебраического метода решения задач ЛП – симплекс-метод. Проблемы отыскания начального опорного решения и ее решение методом штрафов.

**Тема 4.** «Задачи линейного программирования, интерпретируемые на графах и методы их решения».

Основные сведения о графах. Формулировка задачи о кратчайших путях в графе и ее решение методом Дейкстры. Формулировка задачи о критическом пути в графе и алгоритм ее решения, понятие о сетевом планировании и его связь с задачей о критическом пути. Понятие о транспортной сети, формулировка задачи об отыскании максимального потока в транспортной сети и ее решение методом Форда – Фалкерсона. Формулировка задачи об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети и алгоритм ее решения.

**Тема 5.** «Транспортные задачи линейного программирования и методы их решения».

Формулировка классической транспортной задачи, ее прикладное значение. Решение транспортной задачи с использованием метода северо-западного угла и метода потенциалов. Особенность несбалансированных транспортных задач, многопродуктовых задач и задач с промежуточными пунктами.

**Тема 6** «Задачи и модели нелинейной статической оптимизации и их решение методами классического математического анализа».

Модель задачи оптимизации с нелинейной целевой функцией, примеры прикладных задач такого типа. Необходимое и достаточное условия экстремума. Понятие градиента и матрицы Гессе и их использование при использовании необходимого и достаточного условий экстремума. Трудности использования аналитических условий для отыскания экстремума в реальных практических задачах.

**Тема 7** «Численные методы поиска экстремума целевой функции».

Алгоритмы поиска экстремума, использующие производные: алгоритм Ньютона-Рафсона, градиентные алгоритмы и их версии, графическая интерпретация поиска экстремума с использованием градиентного метода. Алгоритмы поиска, не использующие производных: алгоритм полного перебора узловых точек сетки в области допустимых значений, покоординатный поиск, симплекс-метод, алгоритм случайного поиска.

**Тема 8** «Понятие о динамической оптимизации. Модели и методы динамического программирования».

Общая формулировка задачи динамической оптимизации, понятие о функционале качества, роль и характер ограничений. Основные направления математической теории динамической оптимизации (оптимального управления):

- классическое вариационное исчисление;
- принципы максимума Понтрягина;
- динамическое программирование Беллмана.

Формулировка классической задачи динамического программирования и принципа оптимальности Р.Беллмана. Иллюстрация его применения. Примеры задач динамического программирования.

**Тема 9** «Основные подходы к решению задач векторной (многокритериальной) оптимизации».

Прикладные значения задач многокритериальной оптимизации. Методы сведения их к однокритериальной задаче.

**Тема 10** «Основные подходы к решению задач стохастической оптимизации».

Прикладное значение задач стохастической оптимизации, методика их математического описания, основные подходы к решению.

**Тема 11.** «Введение»

Основные понятия исследования операций. Операция, эффективность операции. Математическая модель операции. Общая постановка задачи исследования операций. Детерминированный случай. Оптимизация решения в условиях неопределенности.

**Тема 12.** «Методы принятия решений в условиях статистической неопределенности»

Основы теории стратегических игр. Основные понятия теории игр. Матричные игры. Игры с седловой точкой. Определение оптимальных чистых стратегий. Игры без седловой точки. Построение смешанных стратегий.

**Тема 13.** «Решение игр»

Доминирующие и полезные стратегии. Решение игры путем сведения ее к задаче линейного программирования. Графоаналитический метод решения стратегических игр. S-игра в играх  $2 \times 2$ ,  $2 \times n$  и  $m \times 2$ . S-игра при решении игр  $m \times n$ . S-игра в бесконечных играх.

**Тема 14.** Основы теории статистических игр( статистических решений)

Отличия теории статистических решений от теории стратегических игр. Байесовское действие. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции. Статистические игры с последовательными выборками.

**Тема 15.** Критерии принятия решений в условиях неопределенности

Классические критерии принятия решений. Минимаксный критерий. Критерий Байеса – Лапласа. Критерий Сэвиджа. Производные критерии. Критерий Гурвица. Критерий Ходжа-Лемана.

**Тема 16.** Выбор решений с помощью дерева решений (позиционные игры)

## Темы практических занятий

### 4 семестр

**Тема №1.** Разбор примеров задач оптимизации и их формализации.

**Тема № 2.** Решение задач линейного программирования графическим способом.

**Тема № 3.** Решение задач линейного программирования симплекс-методом.

**Тема № 4.** Решение задач линейного программирования, интерпретируемых на графах – задачи о кратчайших путях и критическом пути. Сетевое планирование.

**Тема № 5.** Транспортные сети и решение задач о максимальном потоке и оптимальном распределении заданного потока.

**Тема № 6.** Решение классических транспортных задач с использованием метода северо-западного угла и метода потенциалов.

**Тема № 7.** Решение задач с нелинейной целевой функцией средствами классического математического анализа.

**Тема № 8.** Примеры задач динамического программирования – о распределении выделенных средств одному предприятию, об оптимальном календарном графике замены оборудования, об оптимальном управлении персоналом при неравномерном плане производства.

### 5 семестр

**Тема 1.** Решение матричных игр. Проверка седловой точки. Определение доминирования стратегий.

**Тема 2.** Решение матричной игры методами линейного программирования.

**Тема 3.** Графоаналитический метод решения игр.

**Тема 4.** Статистические игры. Нахождение Байесовского действия.

**Тема 5.** Нахождение решений в условиях полной неопределенности

**Тема 6.** Нахождение решения с использованием деревьев решений.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Изучение дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» предполагает не только запоминание и понимание, но и анализ, синтез, рефлексия, формирует универсальные умения и навыки, являющиеся основой становления специалиста-профессионала. Для реализации компетентного подхода предлагается интегрировать в учебный процесс интерактивные образовательные технологии, включая информационные и коммуникационные технологии (ИКТ), при осуществлении различных видов учебной работы:

- учебную дискуссию;
- электронные средства обучения (слайд-лекции, компьютерные тесты).

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для текущего контроля успеваемости студентов предусмотрено шесть рейтинг-контроля, проводимых согласно принятому в университете графику.

Промежуточной аттестацией оценки знаний студентов является экзамен, который проводится в письменной форме.

### Задания для курсовой работы

1. Для заданной целевой функции и системы ограничений решить задачу линейного программирования.
2. Для графа, заданного соответствующей матрицей, найти кратчайшие пути из исходной точки в каждую из остальных вершин, используя метод Дейкстры.
3. Для заданного графа найти критический путь.

4. Для транспортной сети, заданной соответствующей матрицы, найти максимальный поток, используя алгоритм Форда-Фалкерсона.
5. Для транспортной сети из задания № 4 с заданной матрицы удельных стоимостей решить задачу об оптимальном распределении заданной величины потока.
6. Разработать алгоритм и соответствующую программу для построения линий равного уровня заданной нелинейной целевой функции двух переменных. Для заданного выражения ЦФ построить семейство соответствующих линий.
7. Выбрать алгоритм и составить программу для поиска экстремума заданной целевой функции.
8. Для заданной функции с помощью компьютера осуществить поиск экстремума, используя для этого: - программу, разработанную в соответствии в п.7; - соответствующие ресурсы MATLAB.

## **ВОПРОСЫ**

### **к рейтинг-контролю знаний студентов**

#### **Рейтинг-контроль №1**

1. В чем состоит сущность оптимизации?
2. Что представляет собой предмет изучения теории оптимизации, и каково её назначение?
3. Какими факторами определяется значение теории оптимизации на современном этапе?
4. Что представляет собой критерий оптимизации?
5. Каким образом формулируется задача однокритериальной и многокритериальной оптимизации?
6. В чем состоит формализации оптимизационной задачи, и какую цель она преследует?
7. Примеры формализации оптимизационных задач:
  - об определении оптимальных размеров цилиндрической емкости;
  - об оптимальном расположении диспетчерского пункта, связанного с периферийными пунктами по принципу звезды.
  - об отыскании оптимальной стоимости товара (или услуги);
  - об оптимальном планировании производственной деятельности предприятия;
  - об определении оптимального плана перевозок в транспортной системе;
  - задача о рюкзаке.
8. Методика теоретического подхода к получению математической модели оптимизационной задачи.
9. Записать модель задачи математического программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
10. В чем состоят особенности следующих разновидностей модели математического программирования: - квадратичного; - геометрического; - сепарабельного; - линейного; - целочисленного.
11. Записать соотношения образующие общую математическую модель линейного программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
12. В чем состоит каноническая (стандартная) модель ЗЛП. Каким образом общую ЗЛП можно свести к канонической?
13. В чем состоит геометрическая интерпретация ЗЛП для двумерной, трехмерной и n-мерной задач?
14. Что такое ОДР, и какими особенностями она обладает для ЗЛП?
15. В чем состоит сущность алгебраического подхода к решению ЗЛП?
16. Что такое базисные и свободные переменные в условиях ЗЛП?
17. Что такое допустимый опорный план в ЗЛП?
18. Какие методы существуют для отыскания допустимого начального плана в ЗЛП, в чем состоит сущность метода штрафов?
19. Каким образом формируется симплекс – таблица для решения ЗЛП алгебраическим методом?
20. Каким образом выбирается разрешающий столбец и разрешающая строка при использовании симплекс-метода в решении ЗЛП?



21. Что свидетельствует о том, что в результате симплекс преобразований получено оптимальное решение?

### Рейтинг-контроль №2

1. Что такое граф, дуга и ребро графа, взвешенный граф, ориентированный и неориентированный граф, цикл и контур?
2. Как определяется матрица смежности графа?
3. Каким образом формулируется задача о кратчайшем пути в графе?
4. Каким образом формулируется задача о критическом пути в графе? Что такое сетевое планирование и какая связь его с задачей об определении критического пути?
5. Каким образом формулируется задача о графе наименьшей длины?
6. Сформулировать определение транспортной сети, что такое поток сети.
7. Сформулировать задачу об определении максимального потока транспортной сети.
8. Сформулировать задачу об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети.
9. Сформулировать классическую оптимизационную транспортную задачу.
10. Записать математическую модель классической транспортной задачи. В чем состоят её особенности как задачи линейного программирования?
11. Что такое сбалансированная и несбалансированная транспортная задача, каким образом несбалансированная транспортная задача сводится к сбалансированной?
12. Для какой цели используется метод северо-западного угла и в чем он состоит?
13. В чем состоит многопродуктовая транспортная задача?

### Рейтинг-контроль №3

1. Постановка задачи нелинейной статической оптимизации и её особенности, примеры.
2. Математическая модель задачи нелинейной статической оптимизации и запись её в развернутом и кратком векторно-матричном виде.
3. Понятие об экстремумах целевой функции, связь задачи оптимизации с экстремальностью.
4. Необходимое условие экстремума для ЦФ одной и нескольких переменных. Понятие о градиенте. Запись необходимого условия с использованием градиента.
5. Основные свойства градиента. Понятие о линиях равного уровня ЦФ.
6. Достаточное условие экстремума ЦФ одной и нескольких переменных.
7. Проблемы практического использования аналитических условий для отыскания экстремумов.
8. Численные методы отыскания экстремумов не использующие производных.
9. Численные методы отыскания экстремумов с использованием производных. Алгоритм Ньютона-Рафсона.
10. Алгоритм градиентного поиска экстремума. Его векторно-матричная запись и развернутая форма для  $n=2$ .
11. Графическая интерпретация градиентного поиска экстремума.
12. Влияние настраиваемого параметра в градиентном алгоритме на характер поиска.
13. Понятие о целевой функции овражного типа и особенности поиска экстремума для таких целевых функций.

14. Проблема оптимизации для многоэкстремальных ЦФ.
15. Проблема оптимизации при наличии ограничений, её решение с использованием метода штрафных функций.
16. Постановка задачи об оптимальном динамическом управлении. Понятие о непрерывных и дискретных процессах и системах.
17. Классическая формулировка задачи об оптимизации динамического управления. Понятие о функционале качества (эффективности).
18. Основные направления в математической теории оптимального динамического управления.
19. Классическая формулировка динамического программирования, её особенности.
20. Примеры задачи динамического программирования – формулировки задач:
  - Задача об оптимальном поэтапном распределении инвестиций в течение планового периода.
  - Задача об оптимальном единовременном распределении выделенных средств.
  - Задача об оптимальном плане замены оборудования.
  - Задача об оптимальном календарном планировании трудовых ресурсов.
21. Формулировка принципа оптимальности Р.Беллмана для динамического программирования.

#### Рейтинг-контроль №4

##### №1

1. Жизненный цикл неопределенности в системе
2. Особенности игр с седловой точкой

##### №2

1. Основные факторы неопределенностей и их влияние на экономические системы.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

##### №3

1. Системы управления. Классификация систем.
2. Жизненный цикл неопределенности в системе.

##### №4

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. Понятие эквивалентной S-игры в стратегических играх.

##### №5

1. Управление системами. Оптимальное управление.
2. В чем состоит принцип минимакса в стратегических играх?

##### №6

1. Системы управления. Классификация систем.
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.

##### №7

1. Жизненный цикл неопределенности в системах.
2. Определение минимаксных стратегий в стратегических играх.

##### №8

1. Основные факторы неопределенностей и их влияние на экономические системы.
2. Чистые и смешанные стратегии.

##### №9

1. Системы управления. Классификация систем.
2. Какой характер имеют стратегии в стратегических играх с седловой точкой?

##### №10

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.

2. Какой характер имеют стратегии в стратегических играх с седловой точкой?

№11

1. Энтропия и неопределенность.
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.

№12

1. Системы управления. Классификация систем.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

№13

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. Основные особенности стратегических игр.

№14

1. Управление системами. Оптимальное управление.
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.

№15

1. Энтропия и неопределенность
2. Использование эквивалентных S-игр.

№16

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. В чем заключаются принципиальные различия стратегических и статистических игр?

№17

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. Выбор стратегий в стратегических играх при отсутствии седловой точки.

№18

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

№19

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. Когда в стратегических играх могут использоваться чистые стратегии?

№20

1. Энтропия и неопределенность.
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.

№21

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. Когда в стратегических играх могут использоваться чистые стратегии?

№22

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. В чем состоят различия между стратегическими и статистическими играми?

№23

1. Жизненный цикл неопределенности в системе.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

№24

1. Жизненный цикл неопределенности в системе.
2. Чистые и смешанные стратегии.

№25

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. Чистые и смешанные стратегии.

№26

1. Энтропия и неопределенность.
2. При каких условиях в стратегических играх не могут использоваться чистые стратегии?

## Рейтинг –контроль №5

№1

1. Жизненный цикл неопределенности в системе
2. Особенности игр с седловой точкой
3. Принятие решений с помощью деревьев решений.

№2

1. Основные факторы неопределенностей и их влияние на экономические системы.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?
3. Статистические игры с единичным экспериментом.

№3

1. Системы управления. Классификация систем.
2. Жизненный цикл неопределенности в системе.
3. Использование апостериорных вероятностей.

№4

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. Понятие эквивалентной S-игры в стратегических играх.
3. Функции риска и решающие функции в статистических играх.

№5

1. Управление системами. Оптимальное управление.
2. Нахождение байесовских стратегий.
3. В чем состоит принцип минимакса в стратегических играх?

№6

1. Понятие риска, виды рисков.
2. В чем заключаются принципиальные различия стратегических и статистических игр?
3. Принятие решений с использованием деревьев решений.

№7

1. Системы управления. Классификация систем.
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.
3. Эквивалентные S-игры в статистических играх.

№8

1. Жизненный цикл неопределенности в системах.
2. Основные особенности статистических игр.
3. Определение минимаксных стратегий в стратегических играх.

№9

1. Основные факторы неопределенностей и их влияние на экономические системы.
2. Основные особенности статистических игр.
3. Чистые и смешанные стратегии.

№10

1. Системы управления. Классификация систем.
2. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.
3. Какой характер имеют стратегии в стратегических играх с седловой точкой?

№11

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. Нахождение байесовских стратегий.
3. Какой характер имеют стратегии в стратегических играх с седловой точкой?

№12

1. Энтропия и неопределенность.
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.
3. Использование апостериорных вероятностей при решении статистических игр.

№13

1. Системы управления, Классификация систем.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

3. Нахождение байесовских стратегий.

№14

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.

2. Основные особенности статистических игр.

3. Деревья решений и их использование для принятия решений.

№15

1. Управление системами. Оптимальное управление.

2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.

3. Игры с единичным экспериментом.

№16

1. Энтропия и неопределенность

2. Нахождение байесовских стратегий.

3. Использование эквивалентных S-игр.

№17

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.

2. В чем заключаются принципиальные различия стратегических и статистических игр?

3. Функции риска и решающие функции.

№18

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.

2. Выбор стратегий в стратегических играх при отсутствии седловой точки.

3. Игры с единичным экспериментом.

№19

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.

2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

3. Использование апостериорных вероятностей.

№20

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.

2. Основные особенности статистических игр.

3. Когда в стратегических играх могут использоваться чистые стратегии?

№21

1. Энтропия и неопределенность.

2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.

3. Статистические игры. Основные понятия и определения.

№22

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.

2. Нахождение байесовских стратегий.

3. Когда в стратегических играх могут использоваться чистые стратегии?

№23

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.

2. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.

3. В чем состоят различия между стратегическими и статистическими играми.

№24

1. Жизненный цикл неопределенности в системе.

2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

3. Определение Байесовских действий.

№25

1. Жизненный цикл неопределенности в системе.

2. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.

3. Чистые и смешанные стратегии.

№26

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.

2. Нахождение байесовских стратегий.

3. Чистые и смешанные стратегии.

№27

1.Энтропия и неопределенность.

2.Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.

3. При каких условиях в стратегических играх не могут использоваться чистые стратегии?

### Рейтинг-контроль №6

№1

1.Принятие решений в условиях полной неопределенности(критерий Гурвица)

2. Особенности игр с седловой точкой.

3 Принятие решений с помощью деревьев решений.

№2

1. Основные факторы неопределенностей и их влияние на экономические системы.

2.В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?

3. Статистические игры с единичным экспериментом.

№3

1.Системы управления. Классификация систем.

2.Жизненный цикл неопределенности в системе.

3.Использование апостериорных вероятностей.

№4

1. Принятие решений в условиях полной неопределенности(критерий Сэвиджа)

2.Понятие эквивалентной S-игры в стратегических играх.

3.Функции риска и решающие функции в статистических играх.

№5

1.Управление системами. Оптимальное управление.

2.Нахождение байесовских стратегий.

3.В чем состоит принцип минимакса в стратегических играх?

№6

1.Понятие риска, виды рисков.

2.В чем заключаются принципиальные различия стратегических и статистических игр?

3.Принятие решений с использованием деревьев решений.

№7

1.Функции полезности Неймана-Моргенштерна

2.Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.

3.Эквивалентные S-игры в статистических играх.

№8

1. Принятие решений в условиях полной неопределенности (критерий Лапласа)

2.Основные особенности статистических игр.

3.Определение минимаксных стратегий в стратегических играх.

№9

1.Принятие решений в условиях полной неопределенности(критерий Вальда).

2.Основные особенности статистических игр.

3.Чистые и смешанные стратегии.

№10

1.Системы управления. Классификация систем.

2.Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.

3.Какой характер имеют стратегии в стратегических играх с седловой точкой?

№11

1.Моделирование систем. Основные типы моделей.

2.Нахождение байесовских стратегий.

3. Какой характер имеют стратегии в стратегических играх с седловой точкой?

№12

1. Функции полезности Неймана-Моргенштерна
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.
3. Использование апостериорных вероятностей при решении статистических игр.

№13

1. Системы управления, Классификация систем.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?
3. Нахождение байесовских стратегий.

№14

1. Функции полезности Неймана-Моргенштерна
2. Основные особенности статистических игр.
3. Деревья решений и их использование для принятия решений.

№15

1. Управление системами. Оптимальное управление.
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.
3. Игры с единичным экспериментом.

№16

1. Измерение отношения к риску
2. Нахождение байесовских стратегий.
3. Использование эквивалентных S-игр.

№ 17

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. В чем заключаются принципиальные различия стратегических и статистических игр?
3. Функции риска и решающие функции.

№18

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. Выбор стратегий в стратегических играх при отсутствии седловой точки.
3. Игры с единичным экспериментом.

№ 19

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?
3. Использование апостериорных вероятностей.

№20

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. Основные особенности статистических игр.
3. Когда в стратегических играх могут использоваться чистые стратегии?

№21

1. Измерение отношения к риску
2. Нахождение оптимальных стратегий в стратегических играх.
3. Статистические игры. Основные понятия и определения.

№22

1. Определение системы. Системы управления. Классификация систем.
2. Нахождение байесовских стратегий.
3. Когда в стратегических играх могут использоваться чистые стратегии?

№23

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.
3. В чем состоят различия между стратегическими и статистическими играми?

№24

1. Измерение отношения к риску
2. В каких случаях в стратегических играх целесообразно использование чистых стратегий?
3. Определение Байесовских действий.

№25

1. Измерение отношения к риску
2. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.
3. Чистые и смешанные стратегии .

№26

1. Моделирование систем. Основные типы моделей.
2. Нахождение байесовских стратегий.
3. Чистые и смешанные стратегии.

№27

1. Энтропия и неопределенность.
2. Игры с единичным экспериментом. Решающие функции.
3. При каких условиях в стратегических играх не могут использоваться чистые стратегии.

## ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

### 4 семестр

1. В чем состоит сущность оптимизации?
2. Что представляет собой предмет изучения теории оптимизации, и каково её назначение?
3. Какими факторами определяется значение теории оптимизации на современном этапе?
4. Что представляет собой критерий оптимизации?
5. Каким образом формулируется задача однокритериальной и многокритериальной оптимизации?
6. В чем состоит формализации оптимизационной задачи, и какую цель она преследует?
7. Примеры формализации оптимизационных задач:
  - об определении оптимальных размеров цилиндрической емкости;
  - об оптимальном расположении диспетчерского пункта, связанного с периферийными пунктами по принципу звезды.
  - об отыскании оптимальной стоимости товара (или услуги);
  - об оптимальном планировании производственной деятельности предприятия;
  - об определении оптимального плана перевозок в транспортной системе;
  - задача о рюкзаке.
8. Методика теоретического подхода к получению математической модели оптимизационной задачи.
9. Записать модель задачи математического программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
10. В чем состоят особенности следующих разновидностей модели математического программирования:
  - квадратичного;
  - геометрического;
  - сепарабельного;
  - линейного;
  - целочисленного?
11. Записать соотношения образующие общую математическую модель линейного программирования в развернутом и векторно-матричном виде.
12. В чем состоит каноническая (стандартная) модель ЗЛП. Каким образом общую ЗЛП можно свести к канонической?
13. В чем состоит геометрическая интерпретация ЗЛП для двумерной, трехмерной и n-мерной задач?
14. Что такое ОДР, и какими особенностями она обладает для ЗЛП?
15. В чем состоит сущность алгебраического подхода к решению ЗЛП?



16. Что такое базисные и свободные переменные в условиях ЗЛП?
17. Что такое допустимый опорный план в ЗЛП?
18. Какие методы существуют для отыскания допустимого начального плана в ЗЛП, в чем состоит сущность метода штрафов?
19. Каким образом формируется симплекс – таблица для решения ЗЛП алгебраическим методом?
20. Каким образом выбирается разрешающий столбец и разрешающая строка при использовании симплекс-метода в решении ЗЛП?
21. Что свидетельствует о том, что в результате симплекс преобразований получено оптимальное решение?
22. Что такое граф, дуга и ребро графа, взвешенный граф, ориентированный и неориентированный граф, цикл и контур?
23. Как определяется матрица смежности графа?
24. Каким образом формулируется задача о кратчайшем пути в графе?
25. Каким образом формулируется задача о критическом пути в графе? Что такое сетевое планирование и какая связь его с задачей об определении критического пути?
26. Каким образом формулируется задача о графе наименьшей длины?
27. Сформулировать определение транспортной сети, что такое поток сети.
28. Сформулировать задачу об определении максимального потока транспортной сети.
29. Сформулировать задачу об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети.
30. Сформулировать классическую оптимизационную транспортную задачу.
31. Записать математическую модель классической транспортной задачи. В чем состоят её особенности как задачи линейного программирования.
32. Что такое сбалансированная и несбалансированная транспортная задача, каким образом несбалансированная транспортная задача сводится к сбалансированной?
33. Для какой цели используется метод северо-западного угла и в чем он состоит?
34. В чем состоит много продуктовая транспортная задача?
  
22. Постановка задачи нелинейной статической оптимизации и её особенности, примеры.
23. Математическая модель задачи нелинейной статической оптимизации и запись её в развернутом и кратком векторно-матричном виде.
24. Понятие об экстремумах целевой функции, связь задачи оптимизации с экстремальностью.
25. Необходимое условие экстремума для ЦФ одной и нескольких переменных. Понятие о градиенте. Запись необходимого условия с использованием градиента.
26. Основные свойства градиента. Понятие о линиях равного уровня ЦФ.
27. Достаточное условие экстремума ЦФ одной и нескольких переменных.
28. Проблемы практического использования аналитических условий для отыскания экстремумов.
29. Численные методы отыскания экстремумов не использующие производных.
30. Численные методы отыскания экстремумов с использованием производных. Алгоритм Ньютона-Рафсона.
31. Алгоритм градиентного поиска экстремума. Его векторно-матричная запись и развернутая форма для  $n=2$ .
32. Графическая интерпретация градиентного поиска экстремума.

33. Влияние настраиваемого параметра в градиентном алгоритме на характер поиска.
34. Понятие о целевой функции овражного типа и особенности поиска экстремума для таких целевых функций.
35. Проблема оптимизации для многоэкстремальных ЦФ.
36. Проблема оптимизации при наличии ограничений, её решение с использованием метода штрафных функций.
37. Постановка задачи об оптимальном динамическом управлении. Понятие о непрерывных и дискретных процессах и системах.
38. Классическая формулировка задачи об оптимизации динамического управления. Понятие о функционале качества (эффективности).
39. Основные направления в математической теории оптимального динамического управления.
40. Классическая формулировка динамического программирования, её особенности.
41. Примеры задачи динамического программирования – формулировки задач:
  - Задача об оптимальном поэтапном распределении инвестиций в течение планового периода.
  - Задача об оптимальном единовременном распределении выделенных средств.
  - Задача об оптимальном плане замены оборудования.
  - Задача об оптимальном календарном планировании трудовых ресурсов.
42. Формулировка принципа оптимальности Р.Беллмана для динамического программирования.

### 5 семестр

1. Основные понятия исследования операций. Операция, эффективность операции.
2. Общая постановка задачи исследования операций. Детерминированный случай.
3. Оптимизация решения в условиях неопределенности.
4. Стратегические игры основные понятия и определения.
5. Особенности игр с седловой точкой.
6. Чистые и смешанные стратегии.
7. Понятие эквивалентной S-игры в стратегических играх.
8. Принцип минимакса в стратегических играх.
9. Решение игры путем сведения ее к задаче линейного программирования.
10. Статистические игры (решения). Основные понятия, определения.
11. Основные особенности статистических игр.
12. Эквивалентные S-игры в статистических играх.
13. Статистические игры с единичным экспериментом.
14. Функции риска и решающие функции в статистических играх.
15. Использование апостериорных вероятностей.
16. Нахождение байесовских стратегий.
17. Принятие решений в условиях полной неопределенности.
18. Выбор решений с помощью дерева решений (позиционные игры).
19. Принятие решений с применением дерева решений.
20. Анализ и решение задач с помощью дерева решений.
21. Функции полезности Неймана-Моргенштерна.
22. Основные определения и аксиомы.
23. Измерение отношения к риску.
24. Страхование от риска.

## ТЕМЫ И ВОПРОСЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ ПРОРАБОТКУ

### 4 семестр

1. Анализ примеров оптимизационных задач.
2. Формализация оптимизационных задач: изучение примеров из различных предметных областей; изучение общей методики получения математической модели.
3. Модель линейного программирования, графическое и алгебраическое решение, отыскание начального опорного решения, самостоятельное решение задач с заданными исходными условиями.
4. Задачи линейного программирования, интерпретируемые на графах: изучение формулировок задач и методов решения – задачи о кратчайших путях, задачи о графе наименьшей длины, задачи о критическом пути в графе, задачи о максимальном потоке в транспортной сети, задачи об оптимальном распределении заданного потока в транспортной сети. Самостоятельное решение задач каждого типа с заданными исходными условиями.
5. Модели и алгоритмы решения классической транспортной задачи, самостоятельное решение задач с помощью метода северо-западного угла и метода потенциалов.
6. Поиск экстремума нелинейной целевой функции методами классического математического анализа: изучение теории, разбор примеров, самостоятельное решение задач.
7. Поиск экстремума нелинейной целевой функции с использованием численных методов: изучение алгоритмов и программ поиска экстремума, самостоятельное решение задач.
8. Динамическая оптимизация и динамическое программирование: изучение теории, анализ прикладных задач с разбором техники их решения.
9. Многокритериальная оптимизация: изучение прикладных задач, ознакомление с примерами их формализации и решение.
10. Стохастическая оптимизация: изучение примеров прикладных задач, их формализация и решение.

### 5 семестр

1. Почему при исследовании операций можно ограничиться лишь задачей максимизации критерия эффективности?
2. Какие виды решения задач исследования операций могут использоваться в детерминированных ситуациях?
3. В игре с седловой точкой:
  - нижняя цена игры не равна верхней;
  - нижняя цена игры меньше верхней;
  - нижняя цена игры значительно меньше верхней;
  - нижняя цена игры равна верхней.
4. В игре с седловой точкой:
  - игрок может гарантировать себе выигрыш меньше цены игры;
  - игрок может гарантировать себе выигрыш больше цены игры;
  - игрок гарантирует себе выигрыш равный цене игры.
5. Смешанные стратегии представляют собой:
  - произвольную комбинацию чистых стратегий;
  - линейную комбинацию чистых стратегий;
  - комбинацию чистых стратегий, выбираемых с помощью механизма случайного выбора;
  - комбинацию чистых стратегий, предлагаемых третьей стороной.
6. Полезные стратегии находятся:
  - на правой верхней границе многоугольника, представляющего эквивалентную  $S$ -игру;

- на левой нижней границе многоугольника, представляющего эквивалентную S-игру;
  - внутри многоугольника, представляющего эквивалентную S-игру;
  - вне многоугольника, представляющего эквивалентную S-игру;
7. Минимаксный критерий выбора решений позволяет:
- минимизировать возможные потери;
  - получить наибольший выигрыш;
  - исключить возможность наихудшего результата;
  - позволяет получить результат оптимальный в среднем.
8. Минимаксный критерий выбора решений применяют в условиях:
- детерминированных;
  - решение реализуется несколько раз;
  - когда известно распределение вероятностей состояния природы;
  - когда необходимо исключить какой –либо риск;
  - неизвестно распределение вероятностей состояний природы;
  - решение реализуется один раз;
  - допускается некоторый уровень риска.
9. Критерий Байеса –Лапласа применяют в условиях:
- распределение вероятностей состояний природы не изменяется во времени;
  - решение реализуется многократно;
  - необходимо исключить риск при любом числе реализаций решений;
  - распределение вероятностей состояний природы может изменяться во времени;
  - когда известно распределение вероятностей состояния природы;
  - допускается некоторый риск при малом числе реализации решений;
  - детерминированных.
10. Критерий недостаточного основания Лапласа применяют в условиях:
- детерминированных;
  - минимизация риска проигрыша менее существенна, чем средний выигрыш;
  - вероятности отдельных состояний природы сильно различаются;
  - не известно распределение вероятностей состояний природы;
  - вероятности отдельных состояний природы примерно одинаковы;
  - минимизация риска проигрыша менее существенна, чем средний выигрыш;
  - известно распределение состояний природы.
11. Критерий Гурвица применяют в условиях:
- вероятности отдельных состояний природы сильно различаются;
  - детерминированных;
  - когда известно распределение вероятностей состояния природы;
  - решение реализуется многократно;
  - когда неизвестно распределение вероятностей состояний природы;
  - решение реализуется однократно;
  - решение реализуется малое число раз.
12. Критерий Ходжа-Лемана это:
- комбинация критериев Байеса –Лапласа и Гурвица;
  - комбинация критериев Байеса –Лапласа и ММ –критерия;
  - комбинация критериев недостаточного основания Лапласа и Гурвица;
  - комбинация критериев Гурвица и ММ –критерия.
13. Критерий Ходжа-Лемана применяют в условиях:
- не известно распределение вероятностей состояний природы и нет возможности выдвинуть какую-либо гипотезу о нем;
  - решение реализуется многократно;
  - решение реализуется только малое число раз;
  - риск допускается только при большом числе реализаций решения;

- не известно распределение вероятностей состояний природы, но имеется возможность выдвинуть какую-либо гипотезу о нем;
  - вероятности отдельных состояний природы сильно различаются;
  - минимизация риска проигрыша менее существенна, чем средний выигрыш;
  - риск допускается только при малом числе реализаций решения;
  - допускается только однократное использование решения.
14. Статистические игры – это игры, в которых:
- один из участников может провести дополнительный эксперимент;
  - участвуют несколько сторон;
  - моделируется конфликтная ситуация;
  - все участники стремятся к выигрышу;
  - у одной из сторон нет стремления к выигрышу.
15. Рандомизация – это процедура, когда:
- решения выбираются по заранее установленному правилу;
  - решения выбираются группой экспертов;
  - решения выбираются случайным образом;
  - решение выбирается случайным образом без учета наблюдаемой реализации случайной величины;
  - решение выбирается случайным образом с учетом наблюдаемой реализации случайной величины.
16. Функция риска определяет:
- вероятность возникновения нежелательного состояния природы;
  - вероятность возникновения потерь статистика при произвольном состоянии природы;
  - выбор статистиком некоторого решения при наблюдаемой реализации случайной величины;
  - потери статистика в статистической игре;
17. Функция риска определяется как:
- минимальный элемент матрицы потерь;
  - максимальный элемент матрицы потерь;
  - среднее арифметическое элементов матрицы потерь;
  - математическое ожидание на множестве элементов матрицы потерь и множестве состояний природы;
  - среднегеометрическое элементов матрицы потерь.
18. Функция решений:
- определяется в начале решения игры;
  - определяется внешними условиями;
  - определяется, исходя из необходимости минимизации функции риска;
  - определяется на основе максиминного критерия;
  - определяется величиной среднего арифметического элементов матрицы потерь.
19. В полностью расширенной статистической игре:
- один из участников использует чистые стратегии;
  - смешанные стратегии использует только статистик;
  - оба участника используют чистые стратегии;
  - оба участника используют смешанные стратегии;
  - смешанные стратегии использует только статистик.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

*а) основная литература:*

1. Исследование операций и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Сеславин А.И., Сеславина Е.А. - М. : УМЦ ЖДТ, 2015 Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358271.html>

2. "Методы прогнозирования и исследования операций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Э.В. Минько, А.Э. Минько; под ред. А.С. Будагова. - М. : Финансы и статистика, 2012." - Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358271.html>

3. Теория риска и моделирование рискованных ситуаций: Учебник для бакалавров / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. - 6-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К°", 2014. - 880 с. ISBN 978-5-394-02170-1 Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358271.html>

*б) дополнительная литература:*

1. Исследование операций и методы оптимизации: учеб. пособие. - М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2015. - 200 с. Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358271>

2. Васин А.А. Теория игр и модели математической экономики.-М.: Академия, 2008 Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358271>

3. Охорзин В.А. Математическая экономика : Учебник / В.А. Охорзин. - М. : Абрис, 2012. - 263 с. : ил. Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358271>

*в) периодические издания*

1. Журнал «Теория и системы управления»
2. Журнал «Проблемы теории и практики управления». ISBN 0234-4505
3. Журнал «Прикладная информатика»
4. Журнал «Информационно-управляющие системы»

*г) Интернет-ресурсы и программное обеспечение:*

1. <http://www.exponenta.ru/>
2. <http://matlab.exponenta.ru/index.php>
3. <http://elibrary.ru>
4. <http://www.gpss.ru/index-h.html>.
5. <http://www.wintersim.org/prog99.htm>.
6. Microsoft Windows 8.1 Professional - подписка MSDN;
7. Microsoft Office 2013 Professional Plus - подписка MSDN Договор № 259/15-44 АЭФ

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»**

Лекционные, практические занятия проводятся в аудитории, обеспеченной мультимедийной аппаратурой, позволяющей использовать различные варианты демонстрации изучаемого материала. Набор слайдов:

Для чтения лекций используется мультимедийное оборудование.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «**Прикладная информатика**»

Рабочую программу составил



В.Г.Чернов

д.э.н., профессор

Рецензент

Начальник отдела планирования и  
Развития Владимирского городского  
Ипотечного фонда, к.э.н.



А.П.Чернявский

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИТЭС

Протокол № 1/1 от 6.02.15 года

Заведующий кафедрой



А.Б.Градусов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления «**Прикладная информатика**»

Протокол № 2 от 6.02.15 года

Председатель комиссии



А.Б.Градусов