

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по  
учебно-методической работе

А.А.Панфилов

«01» 04 2015 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»**

Направление подготовки 09.03.03 – Прикладная информатика

Профиль подготовки *Прикладная информатика в экономике*

Уровень высшего образования *бакалавриат*

Форма обучения *заочная*

Семестр	Трудоем- кость зач, ед, час.	Лек- ций, час.	Практик. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
3	5/180	6	4		143	экзамен (27 час.)
Итого	5/180	6	4		143	экзамен (27 час.)

Владимир, 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Методы оптимизации» является формирование у студентов компетенции, направленной на поиск наиболее эффективных решений поставленных прикладных задач, освоение типовых моделей этих задачи и алгоритмов их решения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана.

Данная дисциплина основывается на теоретических положениях, излагаемых в дисциплине «Математика». Знания, получаемые студентами при изучении этой дисциплины, используются в дальнейшем при освоении соответствующих разделов «Имитационное и математическое моделирование» в программе бакалавриата, а также в дисциплине «Исследование операций», при выполнении выпускной квалификационной работы.

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

Изучение дисциплины «Методы оптимизации» позволит студентам овладеть следующими компетенциями:

- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности (ОПК - 3);
- способность проводить описание прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач (ПК-7).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** общую формулировку задачи оптимизации, классификацию оптимизационных задач, типовые модели этих задач и методы их решения.

**Уметь:** сформулировать 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.

**Владеть:** методами классического математического анализа, методами линейного и нелинейного программирования, сетевого планирования и динамического программирования, универсальным и специальным программным обеспечением.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 час.

№ 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.	3		1				14		0,5/50	
2	Методика формализации оптимизационных задач. Классификация их по виду математической модели.	3		1				14		0,5/50	
3	Задачи, модели и методы линейного программирования	3			1			14		0,5/50	
4	Задачи линейного программирования, интерпретируемые на графах и методы их решения	3			1			14		0,5/50	
5	Транспортные задачи линейного программирования и методы их решения	3			1			14		0,5/50	
6	Задачи и модели нелинейной статической оптимизации и их решение методами классического математического анализа	3		1				14		0,5/50	
7	Численные методы поиска экстремума целевой функции	3			1			14		0,5/50	
8	Понятие о динамической оптимизации. Модели и методы динамического программирования	3		1				14		0,5/50	
9	Основные подходы к решению задач векторной (многокритериальной) оптимизации	3		1				14		0,5/50	
10	Основные подходы к решению задач стохастической оптимизации			1				17		0,5/50	
<b>Всего</b>				<b>6</b>	<b>4</b>			<b>143</b>		<b>5/50%</b>	<b>экзамен</b>

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Изучение дисциплины «Методы оптимизации» предполагает не только запоминание и понимание, но и анализ, синтез, рефлексию, формирует универсальные умения и навыки, являющиеся основой становления специалиста-профессионала. Для реализации компетентностного 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);
- дистанционные (сетевые) технологии.

## **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 выполнение контрольного задания. Промежуточная аттестация – экзамен.

### **ТЕМЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ ПРОРАБОТКУ**

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.

## ВОПРОСЫ к контрольным заданиям

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 многопродуктовая транспортная задача?
35. Постановка задачи нелинейной статической оптимизации и её особенности, примеры.
36. Математическая модель задачи нелинейной статической оптимизации и запись её в развернутом и кратком векторно-матричном виде.
37. Понятие об экстремумах целевой функции, связь задачи оптимизации с экстремальностью.
38. Необходимое условие экстремума для ЦФ одной и нескольких переменных. Понятие о градиенте. Запись необходимого условия с использованием градиента.
39. Основные свойства градиента. Понятие о линиях равного уровня ЦФ.
40. Достаточное условие экстремума ЦФ одной и нескольких переменных.
41. Проблемы практического использования аналитических условий для отыскания экстремумов.
42. Численные методы отыскания экстремумов не использующие производных.
43. Численные методы отыскания экстремумов с использованием производных. Алгоритм Ньютона-Рафсона.
44. Алгоритм градиентного поиска экстремума. Его векторно-матричная запись и развернутая форма для  $n=2$ .
45. Графическая интерпретация градиентного поиска экстремума.
46. Влияние настраиваемого параметра в градиентном алгоритме на характер поиска.
47. Понятие о целевой функции овражного типа и особенности поиска экстремума для таких целевых функций.
48. Проблема оптимизации для многоэкстремальных ЦФ.
49. Проблема оптимизации при наличии ограничений, её решение с использованием метода штрафных функций.
50. Постановка задачи об оптимальном динамическом управлении. Понятие о непрерывных и дискретных процессах и системах.

51. Классическая формулировка задачи об оптимизации динамического управления. Понятие о функционале качества (эффективности).
52. Основные направления в математической теории оптимального динамического управления.
53. Классическая формулировка динамического программирования, её особенности.
54. 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.
55. Формулировка принципа оптимальности Р.Беллмана для динамического программирования.

### **Вопросы к экзамену по курсу «Методы оптимизации»**

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?
  
56. Постановка задачи нелинейной статической оптимизации и её особенности, примеры.
57. Математическая модель задачи нелинейной статической оптимизации и запись её в развернутом и кратком векторно-матричном виде.
58. Понятие об экстремумах целевой функции, связь задачи оптимизации с экстремальностью.
59. Необходимое условие экстремума для ЦФ одной и нескольких переменных. Понятие о градиенте. Запись необходимого условия с использованием градиента.
60. Основные свойства градиента. Понятие о линиях равного уровня ЦФ.
61. Достаточное условие экстремума ЦФ одной и нескольких переменных.
62. Проблемы практического использования аналитических условий для отыскания экстремумов.
63. Численные методы отыскания экстремумов не использующие производных.



64. Численные методы отыскания экстремумов с использованием производных. Алгоритм Ньютона-Рафсона.
65. Алгоритм градиентного поиска экстремума. Его векторно-матричная запись и развернутая форма для  $n=2$ .
66. Графическая интерпретация градиентного поиска экстремума.
67. Влияние настраиваемого параметра в градиентном алгоритме на характер поиска.
68. Понятие о целевой функции овражного типа и особенности поиска экстремума для таких целевых функций.
69. Проблема оптимизации для многоэкстремальных ЦФ.
70. Проблема оптимизации при наличии ограничений, её решение с использованием метода штрафных функций.
71. Постановка задачи об оптимальном динамическом управлении. Понятие о непрерывных и дискретных процессах и системах.
72. Классическая формулировка задачи об оптимизации динамического управления. Понятие о функционале качества (эффективности).
73. Основные направления в математической теории оптимального динамического управления.
74. Классическая формулировка динамического программирования, её особенности.
75. 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.
76. Формулировка принципа оптимальности Р.Беллмана для динамического программирования.

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

1. Исследование операций и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Сеславин А.И., Сеславина Е.А. - М. : УМЦ ЖДТ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358271.html>
2. Дискретная оптимизация. Модели, методы, алгоритмы решения прикладных задач [Электронный ресурс] / Струченков В.И. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913591814.html>
3. Численные методы [Электронный ресурс] / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 8-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - (Классический университетский учебник). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326167.html>

*б) дополнительная литература:*

1. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузский Режим доступа: <http://znanium.com/>
2. Теория автоматического управления. Т. 1. Линейные системы [Электронный

ресурс] / К и м Д. П. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. -

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108577.html>

3. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6 в математике и моделировании [Электронный ресурс] / В.П. Дьяконов - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. -

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980032096.html>

*з) периодические издания*

1. Журнал «Теория и системы управления»

2. Журнал «Проблемы теории и практики управления». ISBN 0234-4505

*з) Интернет-ресурсы:*

1. <http://www.exponenta.ru/>

2. <http://matlab.exponenta.ru/index.php>

3. <http://elibrary.ru>. Научная электронная библиотека.

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

Набор слайдов:

1. Для чтения лекций используется мультимедийное оборудование.

2. Программные пакеты: MATLAB.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 22 от 31.08.16 года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 6.9.2017 года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2018/19 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 14.9.18 года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_