

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ТГПУ)

УТВЕРЖДАЮ

декан факультета

«30» августа 2011 года

**ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
ОПД.В.01 – **Исследование операций**  
Направление подготовки  
230200.62 - Информационные системы  
Степень (квалификация) –  
Бакалавр информационных систем

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цель преподавания дисциплины

Изучение методологических основ исследования операций, а также конкретных задач, методов, моделей и алгоритмов, встречающихся и используемых в разработках автоматизированных систем обработки информации и управления.

### 1.2. Задачи изучения дисциплины

Ознакомление студентов с представлениями о современной проблематике теории исследования операций.

Овладение системой знаний об использовании методов исследования операций в практической работе.

1.3. Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данного курса

«Математический анализ», «Алгебра и геометрия», «Дискретная математика», «Вероятность и статистика», «Вычислительная математика».

## 2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен уметь классифицировать задачи исследования операций и иметь представление о методах их решения, должен уметь решать задачи линейного программирования, целочисленного программирования, нелинейного программирования, динамического программирования, систем массового обслуживания. Уметь применять математический аппарат, используемый в теории исследования операций.

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
Общая трудоемкость дисциплины	204	7			
Аудиторные занятия	98	98			
Лекции	42	42			
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	56	56			
И (или) другие виды аудиторных занятий					
Самостоятельная работа	106	106			
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
И (или) другие виды самостоятельной работы					
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен			



## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Разделы дисциплины	Лекции	Практические занятия или семинары	Лабораторные занятия
1	Введение в исследование операций.	2		
2	Задачи линейного программирования.	10		14
3	Транспортные модели.	6		8
4	Задачи целочисленного линейного программирования.	4		4
5	Задачи нелинейного программирования.	8		14
6	Динамическое программирование.	4		8
7	Системы массового обслуживания.	8		8

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### *1. Введение в исследование операций.*

Начальные сведения о задачах оптимизации. Постановка и классификация задач. Основные этапы решения задач операционного исследования. Основные принципы и критерии принятия решений в задачах исследования операций. Целевая функция и ее некоторые свойства. Каноническая форма задачи. Базисные решения.

#### *2. Задачи линейного программирования.*

Понятие о задаче линейного программирования. Примеры конкретных задач линейного программирования. Общая постановка задач, ее структура и геометрическая интерпретация. Основные теоремы. Графическое решение задачи. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Прямой, двойственный, двухэтапный симплекс-алгоритмы. М-задача. Двойственность в линейном программировании. Теоремы двойственности и их экономическое содержание. Анализ двойственных оценок, анализ коэффициентов целевой функции и технологической матрицы.

Решение задач линейного программирования с использованием компьютера.

#### *3. Транспортные модели.*

Транспортная задача. Постановка задачи, ее структура. Способы построения начального опорного плана. Распределительный метод решения задачи. Метод потенциалов. Задача о назначениях. Венгерский метод. Решение транспортных задач с использованием компьютера.

#### *4. Задачи целочисленного линейного программирования.*

Постановка задачи целочисленного линейного программирования. Метод «Ветвей и границ», метод отсечений (метод Гомори).

#### *5. Задачи нелинейного программирования.*

Постановка задачи нелинейного программирования. Решение графическим методом задач нелинейного программирования. Решение задач нелинейного программирования с использованием необходимого и достаточного условий экстремума. Метод множителей Лагранжа. Решение задач нелинейного программирования с использованием условий Куна-Таккера. Решение задач квадратичного программирования. Градиентные методы (метод Франка-Вулфа, метод штрафных функций, метод Эрроу-Гурвица). Решение задач нелинейного программирования, содержащих сепарабельные функции.



### 6. Динамическое программирование.

Постановка задачи динамического программирования. Принципы динамического программирования. Функциональные уравнения Беллмана. Динамическое программирование: рекуррентные алгоритмы прямой и обратной прогонки. Примеры задач динамического программирования: задача о загрузке, задача планирования рабочей силы, задача замены оборудования, задача инвестирования и способы их решения.

### 7. Системы массового обслуживания.

Основные понятия задач массового обслуживания, пуассоновский поток событий. Марковский случайный процесс. Финальные вероятности состояний. Процесс рождения и гибели. Одноканальная и многоканальная СМО с отказами. Одноканальная СМО с ограниченной очередью. Одноканальная СМО с неограниченной очередью. Многоканальная СМО с ограниченной очередью. Многоканальная СМО с неограниченной очередью.

## 5. Лабораторный практикум

№п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Линейное программирование: постановка задачи, математическая модель, решение графическим методом.	2
2	2	Решение графическим методом с помощью математических пакетов.	2
3	2	Симплекс метод.	2
4	2	М-метод.	2
5	2	Решение задачи линейного программирования с помощью табличного процессора.	2
6	2	Соотношение между прямой и двойственной задачей.	2
7	2	Двойственный симплекс метод.	2
8	3	Транспортная задача: нахождение опорного плана.	2
9	3	Транспортная задача: метод потенциалов.	2
10	3	Транспортная задача: венгерский метод.	2
11	3	Решение транспортных задач с помощью табличного процессора.	2
12	4	Метод Гомори.	2
13	4	Метод «Ветвей и границ».	2
14	5	Решение графическим методом задач нелинейного программирования.	2
15	5	Решение задач нелинейного программирования с использованием необходимого и достаточного условий экстремума.	2
16	5	Метод множителей Лагранжа.	2
17	5	Решение задач нелинейного программирования с использованием условий Куна-Таккера.	2
18	5	Решение задач квадратичного программирования.	2
19	5	Градиентные методы (метод Франка-Вулфа, метод штрафных функций, метод Эрроу-Гурвица).	2
20	5	Решение задач нелинейного программирования, содержащих сепарабельные функции.	2
21	6	Динамическое программирование: рекуррентные алгоритмы прямой и обратной прогонки. Приложения динамического программирования: задача о загрузке.	2
22	6	Приложения динамического программирования: задача планирования рабочей силы.	2
23	6	Приложения динамического программирования: задача замены оборудования.	2



24	6	Приложения динамического программирования: задача инвестирования.	2
25	7	Финальные вероятности состояний.	2
26	7	Одноканальная и многоканальная СМО с отказами.	2
27	7	Одноканальная СМО с ограниченной очередью, с неограниченной очередью.	2
28	7	Многоканальная СМО с ограниченной очередью, с неограниченной очередью.	2

## **6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **6.1. Рекомендуемая литература**

#### **а) основная литература:**

1. Васин А.А., Краснощеков П.С., Морозов В.В. Исследование операций. 2008.
2. Идрисов Ф.Ф. Линейное программирование. 2000.

#### **б) дополнительная литература:**

1. Стронгин Р. Г. Исследование операций. Модели экономического поведения. 2007.
2. Хуторецкий А.Б. Модели исследования операций. 2006.
3. Косоруков О.А., Мищенко А.В. Исследование операций. 2003.
4. Коноховский П. В. Математические методы исследования операций в экономике. 2000.

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Табличный процессор (Microsoft Office Excel / OpenOffice.org Calc); интегрированная среда разработки программного обеспечения, основанная на языке Object Pascal (Lazarus / Delphi); математические пакеты (Maple 7 / Maxima).

## **8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **8.1. Методические рекомендации преподавателю**

Преподаватель, читающий данный курс должен обратить внимание студентов на то, что исследование операций – это дисциплина, занимающаяся разработкой и применением методов нахождения оптимальных решений на основе математического и статистического моделирования, а также эвристических подходов в различных областях человеческой деятельности. Таким образом, исследование операций ориентировано на решение практических задач во всех областях целенаправленной человеческой деятельности, которые можно описать с помощью математических моделей.

В данной дисциплине, наиболее сложными, как правило, являются 5-й и 8-й разделы. Лектор должен постоянно поддерживать обратную связь с аудиторией, реагировать на вопросы студентов, быть готовым оказать дополнительную помощь студенту в случае необходимости.

При подготовке к лекционным и лабораторным занятиям по разделам дисциплины предлагается использовать не только литературу, приведенную в перечне рекомендованной (п. 6.1.), но и книгу Хемди А. Таха «Введение в исследование операций» (Москва, Санкт-Петербург, Киев, 2005). При изучении раздела «Динамическое программирование» целесообразно воспользоваться книгой Кузнецова А.В. Саковича В.А. Холода Н.И. «Высшая математика: математическое программирование» (Минск, 1994). При подготовке к лабораторным занятиям можно использовать лабораторный практикум по исследованию операций И.И. Ереминой (Елабуга, 2007), учебно-методическое пособие «Исследование операций. Примеры и задачи» Е.Г. Пьяных (Томск, 2006).



## 8.2. Методические рекомендации студенту

Студенту рекомендуется вести подробный конспект лекций и фиксировать основные результаты лабораторных занятий.

При возникновении затруднений, необходимо повторить материал дисциплин «Информатика», «Информационные технологии», «Математический анализ», «Алгебра и геометрия», «Дискретная математика», «Вероятность и статистика».

При необходимости предусмотрена возможность получения консультаций у преподавателя, читающего данную дисциплину.

Важным аспектом качественного усвоения материала, отработки приемов и алгоритмов решения основных задач дисциплины является самостоятельная работа, позволяющая преобразовать полученные знания в объект собственной деятельности. Самостоятельная работа включает в себя чтение литературы, решение задач, выполнение контрольных работ, подготовку к экзамену.

Студенту следует иметь в виду условия проведения экзамена для его дальнейшей успешной сдачи:

- В рамках экзамена проверяется не только знания основных понятий, определений и терминов, а также общее понимание материала и способность применить его на практике.
- Каждый билет содержит два теоретических вопроса.
- Помимо ответа на билет, будут предложены дополнительные вопросы по каждому разделу дисциплины.
- Для получения общей положительной оценки («удовлетворительно» и выше) необходимо минимум на «удовлетворительно» ответить на каждый из двух вопросов в билете и хотя бы на один дополнительный вопрос по каждому вопросу раздела дисциплины.

### Перечень заданий для самостоятельной работы

#### Задание 1.

Компания производит краску для внутренних и наружных работ из сырья двух типов: М1 и М2. В таблице представлены основные данные для задачи.

	Расход сырья (в тоннах) на тонну краски		Максимально возможный ежедневный расход сырья
	для наружных работ	для внутренних работ	
Сырье М1	6	4	24
Сырье М2	1	2	6
Доход (в тыс. долл.) на тонну краски	5	4	

Отдел маркетинга компании ограничил ежедневное производство краски для внутренних работ до 2 т (из-за отсутствия надлежащего спроса), а также поставил условие,

чтобы ежедневное производство краски для внутренних работ не превышало более чем на тонну аналогичный показатель производства краски для внешних работ. Компания хочет определить оптимальное (наилучшее) соотношение между видами выпускаемой продукции для максимизации общего ежедневного дохода.

#### Задание 2.

Решить симплекс методом:

$$f = 3x_1 + 2x_2 + x_3 - 8x_4 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 3x_2 + 4x_3 - 7x_4 = 10 \\ 2x_1 + x_2 + x_3 - 2x_4 = 2 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,4}$$



Задание 3.

Составить двойственную задачу данной:

$$z = -2x_1 + 2x_2 + 10x_3 + 4x_4 + 2x_5 \rightarrow \min$$
$$\begin{cases} -x_1 + x_2 + 2x_3 - 2x_5 = 2 \\ -x_1 - x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 3 \end{cases}$$
$$x_j \geq 0, \forall j$$

Задание 4. Найти первоначальный опорный план всеми известными вам способами:

$a_i \backslash b_j$	500	400	300
200	1	5	6
300	2	6	7
500	3	7	8

Задание 5.

Решить транспортную задачу, исходные данные которой приведены в таблице:

$a_i \backslash b_j$	500	400	300
200	1	5	6
300	2	6	7
500	3	7	8

Задание 6.

Найти оптимальный целочисленный план задачи методом Гомори:

$$z = 2x_1 + 4x_2 \rightarrow \max$$
$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 \leq 12 \\ x_1 + x_2 \leq 9 \\ 3x_1 - 2x_2 \leq 12 \end{cases}$$
$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

Задание 7.

Найдите экстремальные точки следующей функции:

$$f = 2x_1^2 + x_2^2 + x_3 + 6(x_1 + x_2 + x_3) + 2x_1x_2x_3$$

Задание 8.

Решить графически задачу:

$$f = (x_1 - 2)^2 - (x_2 - 3)^2 \rightarrow \max/\min$$
$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 12 \\ x_1 + x_2 \leq 9 \end{cases}$$
$$x_1, x_2 \geq 0$$

Задание 9.

Решить графически задачу:

$$f = (x_1 - 2)^2 - (x_2 - 3)^2 \rightarrow \max/\min$$
$$\begin{cases} -x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 9 \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 5 \\ 2x_1 - x_3 \geq 14 \end{cases}$$
$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

Задание 10.

Решить методом множителей Лагранжа:

$$f = 3x_1^2 + 2x_2^2 - 3x_1 + 1$$

$$x_1^2 + x_2^2 = 4$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Задание 11.

Решить задачу динамического программирования, используя следующие длины маршрутов:

$$d(1,2) = 5, d(1,3) = 9, d(1,4) = 8,$$

$$d(2,5) = 10, d(2,6) = 17,$$

$$d(3,5) = 4, d(3,6) = 10,$$

$$d(4,5) = 9, d(4,6) = 9,$$

$$d(5,7) = 8,$$

$$d(6,7) = 5.$$

Задание 12.

Туристическое агентство организывает недельные поездки в Египет. В соответствии с договором на ближайшие четыре недели агентство должно обеспечить туристические группы арендными автомобилями в количестве 7, 4, 7 и 8 штук соответственно. Агентство заключает договор с местным дилером по прокату автомобилей. Дилер назначает арендную плату за один автомобиль 220 долл. в неделю плюс 500 долл. за любую арендную сделку. Агентство, однако, может не возвращать арендованные автомобили в конце недели, и в этом случае оно должно будет платить только арендную плату 220 долл. Каково оптимальное решение проблемы, связанной с арендой автомобилей?

Задание 13.

Строительный подрядчик оценивает минимальные потребности в рабочей силе на каждую из последующих пяти недель следующим образом: 6, 5, 3, 6 и 8 рабочих соответственно. Содержание избытка рабочей силы обходится подрядчику в 2 тысячи рублей за одного рабочего в неделю, а наем рабочей силы на протяжении одной недели обходится в 3 тысячи рублей за одного рабочего в неделю. Определить оптимальное количество работающих на каждой неделе.

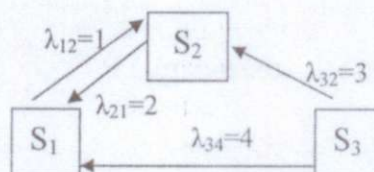
Задание 14.

Решить задачу о загрузке:

$$w_1 = 1, r_1 = 30, w_2 = 2, r_2 = 60, w_3 = 3, r_3 = 80, W = 4.$$

Задание 15.

Записать уравнения Колмогорова для системы, изображенной на рисунке. Найти финальные вероятности для состояний системы.





## Перечень вопросов к экзамену

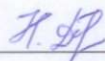
1. Постановка задачи линейного программирования.
2. Правила приведения задач линейного программирования к стандартной и канонической формам.
3. Графический метод решения задач линейного программирования.
4. Симплекс метод.
5. M-задача.
6. Виды математических модели двойственных задач.
7. Общие правила составления двойственных задач.
8. Теоремы двойственности.
9. Постановка транспортной задачи.
10. Метод потенциалов: нахождение первоначального опорного плана.
11. Метод потенциалов.
12. Венгерский метод.
13. Постановка задачи целочисленного линейного программирования.
14. Метод отсекающих плоскостей (Гомори).
15. Метод ветвей и границ.
16. Постановка задачи нелинейного программирования.
17. Решение задач нелинейного программирования с помощью необходимого и достаточного условий существования экстремума.
18. Метод множителей Лагранжа.
19. Условия Куна – Таккера. Достаточность условий Куна – Таккера.
20. Задача квадратичного программирования.
21. Метод Франка – Вулфа.
22. Метод штрафных функций.
23. Метод Эрроу – Гурвица.
24. Метод кусочно-линейной аппроксимации.
25. Особенности зад динамического программирования. Их геометрическая интерпретация.
26. Принципы динамического программирования.
27. Функциональные уравнения Беллмана.
28. Рекуррентная природа вычислений динамического программирования.
29. Задача о кратчайшем пути.
30. Задача о загрузке.
31. Задача планирования рабочей силы.
32. Задача инвестирования.
33. Задача замены оборудования.
34. Марковский случайный процесс.
35. Финальные вероятности состояний.
36. Процесс рождения и гибели.
37. Одноканальная и многоканальная СМО с отказами.
38. Одноканальная СМО с ограниченной очередью.
39. Одноканальная СМО с неограниченной очередью.
40. Многоканальная СМО с ограниченной очередью.
41. Многоканальная СМО с неограниченной очередью.



Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению **230200.62 – Информационные системы**, степень (квалификация) - **бакалавр информационных систем**

Программу составил:

Ст. преподаватель кафедры информатики

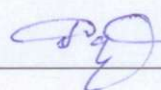
 Долганова Н. Ф.

Программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информатики протокол № 1 от « 30 » август 2011 г.

Зав. кафедрой, доцент  А.Н. Макаренко

Программа дисциплины одобрена методической комиссией физико-математического факультета ТГПУ

Председатель

методической комиссии физико-математического факультета  Г.К. Разина