

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра экономической информатики

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН ФБ  
д.э.н. Хайруллина М. В.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
**Математическое программирование**

Образовательная программа: 38.03.01 Экономика, профиль: Бухгалтерский учет, анализ и аудит

Курс: 4, семестр : 7

Факультет бизнеса, очно-заочная форма обучения

|    |                                                                                                      | Семестр |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| №  | Вид деятельности                                                                                     | 7       |
| 1  | Всего зачетных единиц (кредитов)                                                                     | 3       |
| 2  | Всего часов                                                                                          | 108     |
| 3  | Всего занятий в контактной форме, час.                                                               | 43      |
| 4  | Лекции, час.                                                                                         | 18      |
| 5  | Практические занятия, час.                                                                           | 8       |
| 6  | Лабораторные занятия, час.                                                                           | 8       |
| 7  | из них в активной и интерактивной форме, час.                                                        | 10      |
| 8  | Аттестация, час.                                                                                     | 2       |
| 9  | Консультации, час.                                                                                   | 7       |
| 10 | Самостоятельная работа, час.                                                                         | 65      |
| 11 | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе) | РГЗ     |
| 12 | Вид аттестации                                                                                       | 3       |

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 38.03.01 Экономика

ФГОС введен в действие приказом №1327 от 12.11.2015 г. , дата утверждения: 30.11.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 38.03.01 Экономика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭИ, протокол заседания кафедры №8 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета бизнеса, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.э.н. Тимофеева А. Ю.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.э.н. Мамонов В. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Аманжолова Б. А.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

|                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Компетенция ФГОС: ОК.3 способность использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности; в части следующих результатов обучения:</b>                                                                                            |
| у2. уметь применять методы определения потребности (в соответствии с целями предприятия) и стоимостной оценки различных (трудовых, технических и материальных) ресурсов предприятия и показатели их использования                                      |
| <b>Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач; в части следующих результатов обучения:</b>                                                                       |
| з1. знать методы сбора и обработки экономической информации                                                                                                                                                                                            |
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.7 способность, используя отечественные и зарубежные источники информации, собрать необходимые данные проанализировать их и подготовить информационный обзор и аналитический отчет; в части следующих результатов обучения:</b> |
| з2. знать инструменты и методы анализа экономической информации                                                                                                                                                                                        |

## 2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

| Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)                                                                                                                              | Формы организации занятий                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Математическое программирование</i>                                                                                                                                                                                       |                                                                                 |
| <b>ОПК.2.з1 знать методы сбора и обработки экономической информации</b>                                                                                                                                                      |                                                                                 |
| 1. постановки и методы решения задач линейного и целочисленного программирования, транспортной задачи, задачи о кратчайшем пути                                                                                              | Лекции; Практические занятия;<br>Лабораторные работы;<br>Самостоятельная работа |
| <b>ПК.7.з2 знать инструменты и методы анализа экономической информации</b>                                                                                                                                                   |                                                                                 |
| 2. возможности и назначение задач линейного и целочисленного программирования, транспортной задачи, задачи о кратчайшем пути                                                                                                 | Лекции; Практические занятия;<br>Лабораторные работы;<br>Самостоятельная работа |
| <b>ОК.3.у2 уметь применять методы определения потребности (в соответствии с целями предприятия) и стоимостной оценки различных (трудовых, технических и материальных) ресурсов предприятия и показатели их использования</b> |                                                                                 |
| 3. уметь применять методы математического программирования                                                                                                                                                                   | Лекции; Практические занятия;<br>Лабораторные работы;<br>Самостоятельная работа |

## 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лекций                                                                             | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                       |                      |      |                               |                                                                                             |
| <b>Дидактическая единица: Общие вопросы построения и анализа математических моделей</b> |                      |      |                               |                                                                                             |
| 1. Понятие и этапы операционного исследования                                           | 0                    | 1    | 1                             | Студенты изучают тему: Понятие и этапы операционного исследования                           |
| 2. Классификация и принципы построения экономико-математических моделей                 | 0                    | 1    | 2                             | Студенты изучают тему: Классификация и принципы построения экономико-математических моделей |
| 3. Понятие алгоритма и его свойства                                                     | 0                    | 1    | 1                             | Студенты изучают тему: Понятие алгоритма и его свойства                                     |

| <b>Дидактическая единица: Постановка и методы решения задач линейного программирования</b>                |   |   |      |                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. Постановка задачи линейного программирования                                                           | 0 | 1 | 1    | Студенты изучают тему: Постановка задачи линейного программирования                       |
| 5. Графический метод решения задач линейного программирования                                             | 0 | 1 | 1    | Студенты изучают тему: Графический метод решения задач линейного программирования         |
| 6. Симлекс-метод решения задач линейного программирования                                                 | 0 | 1 | 1    | Студенты изучают тему: Симлекс-метод решения задач линейного программирования             |
| 7. Задача о назначениях. Венгерский метод                                                                 | 0 | 1 | 1, 2 | Студенты изучают тему: Задача о назначениях. Венгерский метод                             |
| 8. Двойственная задача линейного программирования                                                         | 0 | 1 | 1    | Студенты изучают тему: Двойственная задача линейного программирования                     |
| 9. Анализ чувствительности в задачах линейного программирования                                           | 0 | 1 | 1    | Студенты изучают тему: Анализ чувствительности в задачах линейного программирования       |
| <b>Дидактическая единица: Постановка и методы решения задач целочисленного линейного программирования</b> |   |   |      |                                                                                           |
| 10. Целочисленные задачи линейного программирования                                                       | 0 | 1 | 1, 2 | Студенты изучают тему: Целочисленные задачи линейного программирования                    |
| 11. Методы отсечения: метод Гомори                                                                        | 0 | 1 | 1    | Студенты изучают тему: Методы отсечения: метод Гомори                                     |
| 12. Метод ветвей и границ                                                                                 | 0 | 1 | 1    | Студенты изучают тему: Метод ветвей и границ                                              |
| <b>Дидактическая единица: Постановка и методы решения транспортной задачи</b>                             |   |   |      |                                                                                           |
| 13. Постановка транспортной задачи                                                                        | 0 | 1 | 1    | Студенты изучают тему: Постановка транспортной задачи                                     |
| 14. Введение в теорию графов. Транспортная задача в сетевой постановке                                    | 0 | 2 | 1    | Студенты изучают тему: Введение в теорию графов. Транспортная задача в сетевой постановке |
| 15. Методы построения опорных планов транспортной задачи                                                  | 0 | 1 | 1    | Студенты изучают тему: Методы построения опорных планов транспортной задачи               |
| 16. Метод потенциалов                                                                                     | 0 | 1 | 1    | Студенты изучают тему: Метод потенциалов                                                  |
| 17. Задача о кратчайшем пути. Метод динамического программирования                                        | 0 | 1 | 1, 3 | Студенты изучают тему: Задача о кратчайшем пути. Метод динамического программирования     |

Таблица 3.2

| Темы лабораторных работ                                                                    | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                          |                      |      |                               |                      |
| <b>Дидактическая единица: Постановка и методы решения задач линейного программирования</b> |                      |      |                               |                      |

|                                                                                                           |   |   |         |                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом                                             | 2 | 1 | 1, 2, 3 | На тренинг-семинаре приводится практический пример задачи линейного программирования, она решается симплекс-методом              |
| 4. Анализ чувствительности с помощью двойственной задачи линейного программирования                       | 2 | 1 | 1, 2, 3 | На тренинг-семинаре раскрывается содержательный смысл двойственной задачи, проводится анализ чувствительности                    |
| <b>Дидактическая единица: Постановка и методы решения задач целочисленного линейного программирования</b> |   |   |         |                                                                                                                                  |
| 5. Решение задачи целочисленного линейного программирования методом Гомори                                | 2 | 2 | 1, 2, 3 | На тренинг-семинаре приводится практический пример задачи целочисленного линейного программирования, она решается методом Гомори |
| <b>Дидактическая единица: Постановка и методы решения транспортной задачи</b>                             |   |   |         |                                                                                                                                  |
| 8. Построение оптимального плана перевозок методом потенциалов                                            | 2 | 2 | 1, 2, 3 | На тренинг-семинаре разбирается построение оптимального плана перевозок методом потенциалов                                      |
| 9. Решение задачи о кратчайшем пути с помощью алгоритма Флойда-Уоршелла                                   | 2 | 2 | 1, 2, 3 | На тренинг-семинаре разбирается решение задачи о кратчайшем пути с помощью алгоритма Флойда-Уоршелла                             |

Таблица 3.3

| Темы практических занятий                                                                                 | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                                         |                      |      |                               |                                                                                                                                               |
| <b>Дидактическая единица: Постановка и методы решения задач линейного программирования</b>                |                      |      |                               |                                                                                                                                               |
| 1. Решение задачи о назначениях венгерским методом                                                        | 0                    | 2    | 1, 2, 3                       | Приводится практический пример задачи о назначениях, она решается венгерским методом                                                          |
| 2. Решение задачи линейного программирования графическим методом                                          | 0                    | 2    | 1, 2, 3                       | Приводится практический пример задачи линейного программирования, она решается графическим методом                                            |
| <b>Дидактическая единица: Постановка и методы решения задач целочисленного линейного программирования</b> |                      |      |                               |                                                                                                                                               |
| 6. Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ                                                  | 0                    | 2    | 1, 2, 3                       | Приводится практический пример задачи о коммивояжере, она решается методом ветвей и границ                                                    |
| <b>Дидактическая единица: Постановка и методы решения транспортной задачи</b>                             |                      |      |                               |                                                                                                                                               |
| 7. Построение опорного плана транспортной задачи                                                          | 0                    | 2    | 1, 2, 3                       | Приводится практический пример транспортной задачи, строится опорный план методами северо-западного угла, минимальных тарифов, методом Фогеля |

#### 4. Самостоятельная работа обучающегося

| №                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Виды самостоятельной работы | Ссылки на результаты обучения | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                             |                               |                    |                      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | РГЗ                         | 1, 2, 3                       | 10                 | 7                    |
| Студенты находят оптимальные решения ряда экономико-математических задач, а также проводят анализ чувствительности решений к малым изменениям заданных условий.: Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2027">http://e.lanbook.com/book/2027</a> — Загл. с экрана. |                             |                               |                    |                      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Подготовка к занятиям       | 1, 2, 3                       | 25                 | 0                    |
| Студенты изучают лекционный материал, а также основную и дополнительную литературу.: Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2027">http://e.lanbook.com/book/2027</a> — Загл. с экрана.                                                                             |                             |                               |                    |                      |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Подготовка к аттестации     | 1, 2, 3                       | 30                 | 0                    |
| Студенты формируют ответы на вопросы зачета на основе лекционных материалов, а также основной и дополнительной литературы.: Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2027">http://e.lanbook.com/book/2027</a> — Загл. с экрана.                                      |                             |                               |                    |                      |

#### 5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

| Деятельность                  | Информационно-коммуникационные технологии |
|-------------------------------|-------------------------------------------|
| Информирование                | Среда электронного обучения НГТУ          |
| Консультирование              | e-mail; Среда электронного обучения НГТУ  |
| Контроль                      | Среда электронного обучения НГТУ          |
| Размещение учебных материалов | Среда электронного обучения НГТУ          |

Таблица 5.2

#### Активные и интерактивные формы проведения занятий

| №                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Наименование активных форм | Коды формируемых компетенций |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Тренинг-семинар            | ОПК.2; ПК.7;                 |
| <b>Формируемые умения:</b> з1. знать методы сбора и обработки экономической информации; з2. знать инструменты и методы анализа экономической информации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            |                              |
| <b>Краткое описание применения:</b> На тренинг-семинарах приводится практический пример задачи линейного программирования, она решается симплекс-методом, раскрывается содержательный смысл двойственной задачи, проводится анализ чувствительности, приводится практический пример задачи целочисленного линейного программирования, она решается методом Гомори, разбирается построение оптимального плана перевозок методом потенциалов, разбирается решение задачи о кратчайшем пути с помощью алгоритма Флойда-Уоршелла. |                            |                              |

## 6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                     | Мин. балл | Максимальный балл |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |                   |
| <i>Лабораторная:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 20        | 40                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2027">http://e.lanbook.com/book/2027</a> — Загл. с экрана." |           |                   |
| <i>РГЗ:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 20        | 40                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2027">http://e.lanbook.com/book/2027</a> — Загл. с экрана." |           |                   |
| <i>Зачет:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 10        | 20                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2027">http://e.lanbook.com/book/2027</a> — Загл. с экрана." |           |                   |

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

| Коды компетенций ФГОС | Результаты обучения                                                                                                                                                                                               | Формы контроля |            |       |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------|-------|
|                       |                                                                                                                                                                                                                   | Защита ЛР      | Защита РГЗ | Зачет |
| <b>ОК.3</b>           | у2. уметь применять методы определения потребности (в соответствии с целями предприятия) и стоимостной оценки различных (трудовых, технических и материальных) ресурсов предприятия и показатели их использования |                | +          | +     |
| <b>ОПК.2</b>          | з1. знать методы сбора и обработки экономической информации                                                                                                                                                       | +              | +          | +     |
| <b>ПК.7</b>           | з2. знать инструменты и методы анализа экономической информации                                                                                                                                                   | +              | +          | +     |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

## 7. Литература

### Основная литература

1. Юрьева, А.А. Математическое программирование. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 432 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68470> — Загл. с экрана.
2. Галкина М.Ю. Математическое программирование [Электронный ресурс]: практикум/ М.Ю. Галкина— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2008.— 45 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55447.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Кузнецов, А.В. Высшая математика. Математическое программирование. [Электронный ресурс] : учеб. / А.В. Кузнецов, В.А. Сакович, Н.И. Холод. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 352 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4550> — Загл. с экрана.

### Дополнительная литература

1. Карманов В. Г. Математическое программирование : [учебное пособие] / В. Г. Карманов. - Москва, 2004. - 263 с. : ил.
2. Integer Programming : Theory and Practice / editor by John K. Karlof. - Boca Raton, 2006. - 316 p. : ill.. - Пер. загл.: Целочисленное программирование: теория и практика.
3. Лунгу К. Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач : [учебное пособие для вузов по экономическим и техническим специальностям] / К. Н. Лунгу. - М., 2005. - 126, [2] с. : ил.

#### *Интернет-ресурсы*

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. Черняк А. А. Математическое программирование. Алгоритмический подход [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Черняк, Ж. А. Черняк, Ю. М. Метельский. — Минск : Вышэйшая школа, 2006. — 352 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21744.html>. — Загл. с экрана.
6. :

### **8. Методическое и программное обеспечение**

#### *8.1 Методическое обеспечение*

1. Сборник задач и упражнений по высшей математике. Математическое программирование. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Кузнецов [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 448 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/539> — Загл. с экрана.
2. Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2027> — Загл. с экрана.

#### *8.2 Специализированное программное обеспечение*

##### **1 Office**

### **9. Материально-техническое обеспечение**

#### Презентационное оборудование

| № | Наименование                                                                         | Назначение           |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1 | Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) | Сопровождение лекций |

#### Компьютерный класс

| № | Наименование                                                                      | Назначение                      |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet ) | Проведение лабораторных занятий |

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра экономической информатики

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН ФБ  
д.э.н., профессор М.В. Хайруллина  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ Г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

# Математическое программирование

Образовательная программа: 38.03.01 Экономика, профиль: Бухгалтерский учет, анализ и аудит

# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Математическое программирование приведена в Таблице.

Таблица

| Формируемые компетенции                                                                                        | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)                                                                                                                                                  | Темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Этапы оценки компетенций                                      |                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.) | Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) |
| ОК.3 способность использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности                      | у2. уметь применять методы определения потребности (в соответствии с целями предприятия) и стоимостной оценки различных (трудовых, технических и материальных) ресурсов предприятия и показатели их использования | Дидактическая единица:2<br>Постановка и методы решения задач линейного программирования 2.3<br>Решение задачи линейного программирования симплекс-методом 2.4 Анализ чувствительности с помощью двойственной задачи линейного программирования<br>Дидактическая единица:3<br>Постановка и методы решения задач целочисленного линейного программирования 3.5 Решение задачи целочисленного линейного программирования методом Гомори 4.8 Построение оптимального плана перевозок методом потенциалов 4.9 Решение задачи о кратчайшем пути с помощью алгоритма Флойда-Уоршелла<br>Дидактическая единица:4<br>Постановка и методы решения транспортной задачи 4.17<br>Задача о кратчайшем пути. Метод динамического программирования | РГЗ, задания 1-5                                              | Зачет, вопросы 4-13, 15-17.               |
| ОПК.2 способность осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач | з1. знать методы сбора и обработки экономической информации                                                                                                                                                       | Дидактическая единица:1<br>Общие вопросы построения и анализа математических моделей 1.1 Понятие и этапы операционного исследования<br>Дидактическая единица:2<br>Постановка и методы решения задач линейного программирования 2.1<br>Решение задачи о назначениях венгерским методом 2.2<br>Решение задачи линейного программирования графическим методом 2.3<br>Решение задачи линейного программирования симплекс-методом 2.4 Анализ чувствительности с помощью двойственной задачи линейного программирования 2.4 Постановка задачи линейного программирования 2.5 Графический метод решения задач линейного                                                                                                                   | РГЗ, задания 1-5                                              | Зачет, вопросы 1-17                       |

|                                                                                                                                                                                                |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                         |                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
|                                                                                                                                                                                                |                                                                        | <p>программирования 2.6 Симлекс-метод решения задач линейного программирования 2.7 Задача о назначениях. Венгерский метод 2.8 Двойственная задача линейного программирования 3.5 Решение задачи целочисленного линейного программирования методом Гомори 3.6 Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ Дидактическая единица:3 Постановка и методы решения задач целочисленного линейного программирования 3.10 Целочисленные задачи линейного программирования 3.11 Методы отсечения: метод Гомори 3.12 Метод ветвей и границ 4.7 Построение опорного плана транспортной задачи 4.8 Построение оптимального плана перевозок методом потенциалов 4.9 Решение задачи о кратчайшем пути с помощью алгоритма Флойда-Уоршелла Дидактическая единица:4 Постановка и методы решения транспортной задачи 4.13 Постановка транспортной задачи 4.14 Введение в теорию графов. Транспортная задача в сетевой постановке 4.15 Методы построения опорных планов транспортной задачи 4.16 Метод потенциалов 4.17 Задача о кратчайшем пути. Метод динамического программирования</p> |                         |                            |
| <p>ПК.7/АИ способность, используя отечественные и зарубежные источники информации, собирать необходимые данные, анализировать их и готовить информационный обзор и/или аналитический отчет</p> | <p>з2. знать инструменты и методы анализа экономической информации</p> | <p>Дидактическая единица:1 Общие вопросы построения и анализа математических моделей 1.2 Классификация и принципы построения экономико-математических моделей Дидактическая единица:2 Постановка и методы решения задач линейного программирования 2.1 Решение задачи о назначениях венгерским методом 2.2 Решение задачи линейного программирования графическим методом 2.3 Решение задачи линейного программирования симплекс-методом 2.4 Анализ чувствительности с помощью двойственной задачи линейного программирования 2.7 Задача о назначениях. Венгерский метод 3.5 Решение задачи целочисленного линейного программирования методом Гомори 3.6 Решение</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>РГЗ, задания 1-5</p> | <p>Зачет, вопросы 1-17</p> |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | задачи о коммивояжере<br>методом ветвей и границ<br>Дидактическая единица:3<br>Постановка и методы решения<br>задач целочисленного<br>линейного программирования<br>3.10 Целочисленные задачи<br>линейного программирования<br>Дидактическая единица:4<br>Постановка и методы решения<br>транспортной задачи 4.7<br>Построение опорного плана<br>транспортной задачи 4.8<br>Построение оптимального<br>плана перевозок методом<br>потенциалов 4.9 Решение<br>задачи о кратчайшем пути с<br>помощью алгоритма Флойда-<br>Уоршелла |  |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОК.3, ОПК.2, ПК.7/АИ.

Зачет проводится в устной форме (с кратким изложением ответов в письменном виде), по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОК.3, ОПК.2, ПК.7/АИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### Общая характеристика уровней освоения компетенций.

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра экономической информатики

## Паспорт зачета

по дисциплине «Математическое программирование», 7 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме (с кратким изложением ответов в письменном виде), по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-9, второй вопрос из диапазона вопросов 10-17 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФБ

Билет № \_\_\_\_\_

к зачету по дисциплине «Математическое программирование»

---

1. Понятие и этапы операционного исследования.
2. Постановка транспортной задачи.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись)  
(дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *0-9 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *10-13 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов,

явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *14-16 баллов*.

- Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *17-20 баллов*.

### **3. Шкала оценки**

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### **4. Вопросы к зачету по дисциплине «Математическое программирование»**

1. Понятие и этапы операционного исследования
2. Классификация и принципы построения экономико-математических моделей
3. Понятие алгоритма и его свойства
4. Постановка задачи линейного программирования
5. Графический метод решения задач линейного программирования
6. Симплекс-метод решения задач линейного программирования
7. Задача о назначениях. Венгерский метод
8. Двойственная задача линейного программирования
9. Анализ чувствительности в задачах линейного программирования
10. Целочисленные задачи линейного программирования
11. Методы отсечения: метод Гомори
12. Метод ветвей и границ
13. Постановка транспортной задачи
14. Введение в теорию графов. Транспортная задача в сетевой постановке
15. Методы построения опорных планов транспортной задачи
16. Метод потенциалов
17. Задача о кратчайшем пути. Метод динамического программирования

## Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Математическое программирование», 7 семестр

### 1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны найти оптимальные решения ряда экономико-математических задач, а также провести анализ чувствительности решений к малым изменениям заданных условий.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны применить методы и алгоритмы математического программирования для решения поставленных задач.

Обязательные структурные части РГЗ.

Задание 1. Симплекс метод в линейном программировании.

Задание 2. Двойственная задача линейного программирования, анализ чувствительности.

Задание 3. Метод Гомори в целочисленном линейном программировании.

Задание 4. Транспортная задача.

Задание 5. Задача о кратчайшем пути.

Оцениваемые позиции:

Полученное оптимальное распределение рекламного бюджета.

Анализ чувствительности оптимального распределения рекламного бюджета к изменению прибыльности размещения рекламной информации, к варьированию рекламного бюджета.

Построенный производственный план для флористического центра.

Найденное оптимальное решение транспортной задачи.

Полученный кратчайший путь для торгового представителя.

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если ни в одной задаче не получено правильное решение, допущены грубые ошибки, в ходе устной защиты студент не может объяснить порядок выполнения работы, оценка составляет 0-19 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если в одной из задач получено верное решение, допущены некоторые несущественные ошибки, в ходе устной защиты студент может объяснить порядок выполнения работы, оценка составляет 20-24 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если в нескольких задачах получено верное решение, в ходе устной защиты студент может объяснить порядок выполнения работы, оценка составляет 25-34 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все задания выполнены верно, приведено подробное описание решения, в ходе устной защиты студент может объяснить порядок выполнения работы, оценка составляет 35-40 баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

#### 4. Типовое задание РГЗ(Р)

**Задание 1.** Предприятие рекламирует свою продукцию с использованием четырех источников массовой информации: телевидения, радио, газет и расклейки объявлений. Анализ рекламной деятельности в прошлом показал, что эти средства приводят к увеличению прибыли соответственно на  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_3$  и  $c_4$  усл. ед. в расчете на 1 усл. ед., затраченную на рекламу. На рекламу выделено  $b_1$  усл. ед. Администрация предприятия не намерена тратить на телевидение более  $b_2$  %, а на радио и газеты – более  $b_3$  % от общей суммы выделенных средств. Как следует предприятию распределить рекламный бюджет, чтобы получить максимальную прибыль? Объясните предлагаемое решение.

##### Варианты.

| №  | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | №  | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 19    | 19    | 17    | 10    | 31000 | 57    | 39    | 21 | 4     | 15    | 14    | 10    | 2000  | 51    | 15    |
| 2  | 11    | 13    | 11    | 1     | 3000  | 52    | 14    | 22 | 11    | 4     | 1     | 10    | 31000 | 57    | 13    |
| 3  | 8     | 10    | 12    | 11    | 3000  | 24    | 30    | 23 | 16    | 10    | 3     | 10    | 25000 | 41    | 12    |
| 4  | 19    | 16    | 7     | 9     | 41000 | 60    | 8     | 24 | 11    | 10    | 14    | 8     | 3000  | 18    | 66    |
| 5  | 17    | 14    | 19    | 3     | 26000 | 70    | 6     | 25 | 15    | 14    | 19    | 6     | 42000 | 42    | 52    |
| 6  | 1     | 17    | 17    | 7     | 31000 | 54    | 37    | 26 | 14    | 20    | 6     | 12    | 26000 | 49    | 5     |
| 7  | 17    | 7     | 9     | 5     | 9000  | 55    | 5     | 27 | 7     | 20    | 13    | 8     | 8000  | 50    | 25    |
| 8  | 6     | 14    | 1     | 5     | 31000 | 31    | 21    | 28 | 1     | 12    | 20    | 11    | 28000 | 61    | 31    |
| 9  | 11    | 5     | 4     | 2     | 10000 | 17    | 25    | 29 | 13    | 14    | 7     | 8     | 14000 | 16    | 67    |
| 10 | 19    | 16    | 2     | 15    | 28000 | 58    | 34    | 30 | 1     | 7     | 19    | 10    | 4000  | 58    | 21    |
| 11 | 4     | 7     | 16    | 6     | 5000  | 64    | 29    | 31 | 6     | 5     | 15    | 1     | 5000  | 63    | 4     |
| 12 | 10    | 14    | 5     | 14    | 5000  | 13    | 9     | 32 | 20    | 5     | 5     | 16    | 48000 | 41    | 35    |
| 13 | 14    | 19    | 2     | 17    | 31000 | 19    | 49    | 33 | 1     | 4     | 17    | 2     | 26000 | 39    | 6     |
| 14 | 8     | 4     | 13    | 2     | 42000 | 17    | 66    | 34 | 10    | 9     | 7     | 3     | 49000 | 42    | 23    |
| 15 | 5     | 14    | 7     | 10    | 23000 | 69    | 9     | 35 | 20    | 13    | 12    | 19    | 46000 | 51    | 39    |
| 16 | 8     | 6     | 15    | 4     | 33000 | 28    | 50    | 36 | 3     | 6     | 13    | 4     | 30000 | 29    | 21    |
| 17 | 19    | 20    | 16    | 17    | 12000 | 65    | 7     | 37 | 18    | 6     | 6     | 1     | 10000 | 54    | 28    |
| 18 | 12    | 18    | 13    | 17    | 6000  | 28    | 7     | 38 | 11    | 13    | 3     | 1     | 6000  | 59    | 37    |
| 19 | 4     | 6     | 3     | 5     | 50000 | 29    | 57    | 39 | 10    | 2     | 10    | 10    | 44000 | 17    | 25    |
| 20 | 9     | 19    | 9     | 10    | 32000 | 18    | 74    | 40 | 2     | 13    | 8     | 9     | 3000  | 45    | 44    |

**Задание 2.** Записать двойственную задачу линейного программирования, соответствующую сформулированной в задании 1 прямой задаче. Получить решение двойственной задачи. Провести анализ чувствительности найденного в задании 1 оптимального распределения рекламного бюджета к изменению прибыльности размещения рекламной информации, к варьированию общего рекламного бюджета, а также к изменению максимального допустимого бюджета, выделяемого на телевидение и совместно на радио и газеты. Дать интерпретацию полученным результатам.

**Задание 3.** Флористический центр занимается составлением букетов двух видов из цветов шести наименований. Количество цветов того или иного вида, необходимое для составления одного букета, (норма затрат ресурсов) фиксировано и заранее известно. Объемы цветов (общее количество ресурсов) на складе ограничены. Обозначения норм затрат ресурсов и их количества приведены в таблице 1. Прибыль от реализации одного букета первого и второго типа составляет  $c_1$  и  $c_2$  соответственно. Данные по вариантам представлены в таблице 2. Требуется определить оптимальное число букетов первого и второго типа, которые могут быть составлены при имеющихся остатках цветов на складе, так чтобы обеспечить максимальную суммарную прибыль. Задачу необходимо решить методом Гомори.

Таблица 1

| Ресурсы    | Норма затрат ресурсов на 1 букет |           | Общее количество ресурсов |
|------------|----------------------------------|-----------|---------------------------|
|            | 1-го типа                        | 2-го типа |                           |
| Гиацинты   | $a_{11}$                         | $a_{12}$  | $b_1$                     |
| Гладиолусы | $a_{21}$                         | $a_{22}$  | $b_2$                     |
| Ирисы      | $a_{31}$                         | $a_{32}$  | $b_3$                     |
| Каллы      | $a_{41}$                         | $a_{42}$  | $b_4$                     |
| Лилии      | $a_{51}$                         | $a_{52}$  | $b_5$                     |
| Мимоза     | $a_{61}$                         | $a_{62}$  | $b_6$                     |

Таблица 2

| Вариант  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5   | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----------|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| $a_{11}$ | 3  | 15 | 18 | 15 | 23  | 3  | 5  | 20 | 8  | 13 | 15 | 15 | 18 | 23 |
| $a_{21}$ | 4  | 10 | 4  | 10 | 20  | 12 | 18 | 16 | 18 | 12 | 10 | 4  | 12 | 4  |
| $a_{31}$ | 15 | 12 | 14 | 3  | 12  | 9  | 6  | 5  | 6  | 14 | 8  | 14 | 3  | 2  |
| $a_{41}$ | 6  | 9  | 8  | 3  | 6   | 5  | 3  | 3  | 11 | 5  | 6  | 2  | 9  | 7  |
| $a_{51}$ | 7  | 3  | 5  | 8  | 5   | 4  | 3  | 6  | 7  | 7  | 8  | 7  | 8  | 8  |
| $a_{61}$ | 4  | 1  | 6  | 2  | 5   | 5  | 5  | 1  | 2  | 1  | 3  | 1  | 4  | 1  |
| $a_{12}$ | 1  | 3  | 4  | 3  | 5   | 1  | 1  | 4  | 2  | 3  | 3  | 3  | 4  | 5  |
| $a_{22}$ | 2  | 5  | 2  | 5  | 10  | 6  | 9  | 8  | 9  | 6  | 5  | 2  | 6  | 2  |
| $a_{32}$ | 10 | 8  | 9  | 2  | 8   | 6  | 4  | 3  | 4  | 9  | 5  | 9  | 2  | 1  |
| $a_{42}$ | 5  | 8  | 7  | 3  | 5   | 4  | 3  | 3  | 10 | 4  | 5  | 2  | 8  | 6  |
| $a_{52}$ | 8  | 4  | 6  | 9  | 6   | 5  | 3  | 7  | 8  | 8  | 10 | 8  | 10 | 10 |
| $a_{62}$ | 6  | 1  | 10 | 3  | 8   | 8  | 8  | 2  | 3  | 2  | 5  | 2  | 6  | 1  |
| $b_1$    | 10 | 60 | 70 | 60 | 90  | 10 | 20 | 80 | 30 | 50 | 60 | 60 | 70 | 90 |
| $b_2$    | 20 | 50 | 20 | 50 | 100 | 60 | 90 | 80 | 90 | 60 | 50 | 20 | 60 | 20 |
| $b_3$    | 92 | 73 | 83 | 18 | 73  | 55 | 37 | 28 | 37 | 83 | 46 | 83 | 18 | 9  |
| $b_4$    | 44 | 71 | 62 | 27 | 44  | 35 | 27 | 27 | 89 | 35 | 44 | 18 | 71 | 53 |
| $b_5$    | 70 | 35 | 52 | 79 | 52  | 44 | 26 | 61 | 70 | 70 | 87 | 70 | 87 | 87 |
| $b_6$    | 52 | 9  | 87 | 26 | 70  | 70 | 70 | 17 | 26 | 17 | 43 | 17 | 52 | 9  |
| $c_1$    | 7  | 9  | 2  | 9  | 9   | 2  | 6  | 10 | 8  | 5  | 4  | 9  | 7  | 2  |
| $c_2$    | 4  | 4  | 1  | 5  | 4   | 1  | 9  | 10 | 4  | 10 | 5  | 4  | 1  | 5  |

**Задание 4.**

**Варианты 1-10.** Компания владеет тремя фабриками  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$  и  $\Phi_3$ , производящими электронное оборудование. Объем их ежемесячного выпуска составляет  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  соответственно. Компания снабжает четырех заказчиков  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_3$ ,  $Z_4$  с ежемесячной потребностью в оборудовании  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_4$  соответственно. Стоимость перевозки 1 тыс. изделий от фабрики  $\Phi_i$  до заказчика  $Z_j$ , равна  $c_{ij}$  тыс. руб. Сформулируйте задачу нахождения оптимального плана распределения продукции как транспортную и найдите ее решение. Объясните полученное решение.

**Варианты 11-20.** Высшее учебное заведение располагает тремя компьютерными классами на разных факультетах  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$ , потребность которых в новой технике составляет  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  соответственно. В распоряжении университета имеется четыре вида новых компьютеров разных производителей  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  в количестве  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_4$  каждого производителя. Интенсивность использования компьютеров варьируется по факультетам и зависит от производительности разных видов компьютеров. Средние затраты на ежедневную эксплуатацию 1 компьютера производителя  $C_j$  в терминальном

классе  $K_i$  составляют  $c_{ij}$  руб. Сформулируйте задачу оптимального размещения компьютеров по классам как транспортную и найдите ее решение. Объясните полученное решение.

**Варианты 21-30.** Компания запланировала перемещение многих служащих на новые должности в соответствии с пересмотренным штатным расписанием. Служащие, которых эта реформа затрагивает, могут быть по квалификации и опыту разделены на четыре группы  $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \Gamma_4$  численностью  $b_1, b_2, b_3, b_4$  сотрудников соответственно. На новые должности  $D_1, D_2, D_3$  требуется  $a_1, a_2, a_3$  служащих соответственно. Для каждого кандидата из группы  $\Gamma_j$  необходимы определенные затраты  $c_{ij}$  тыс. руб. на обучение для занятия должности  $D_i$ . Сформулируйте задачу оптимального формирования штата компании как транспортную и найдите ее решение. Объясните полученное решение.

**Варианты 31-40.** Маркетинговой компании требуется провести исследование рынка бытовой химии в четырех городах  $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \Gamma_4$ , в каждом из которых должно быть опрошено по  $b_1, b_2, b_3, b_4$  респондентов. В качестве методов проведения исследования выбраны  $M_1$  (личное интервью),  $M_2$  (фокус-группа) и  $M_3$  (глубинное интервью), каждым методом должно быть опрошено  $a_1, a_2, a_3$  человек. Затраты на проведение исследования методом  $M_i$  в городе  $\Gamma_j$  на 1 респондента составляют  $c_{ij}$  руб. Сформулируйте задачу оптимальной организации маркетинговых исследований как транспортную и найдите ее решение. Объясните полученное решение.

#### Варианты.

| Вариант  | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6  | 7   | 8  | 9   | 10  |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|
| $c_{11}$ | 12  | 84  | 49  | 77  | 8   | 56 | 72  | 53 | 93  | 100 |
| $c_{12}$ | 50  | 71  | 25  | 44  | 59  | 14 | 6   | 85 | 73  | 77  |
| $c_{13}$ | 41  | 84  | 32  | 35  | 32  | 76 | 51  | 91 | 77  | 15  |
| $c_{14}$ | 19  | 78  | 13  | 10  | 88  | 73 | 45  | 88 | 69  | 79  |
| $c_{21}$ | 49  | 13  | 31  | 72  | 76  | 60 | 30  | 85 | 64  | 57  |
| $c_{22}$ | 43  | 89  | 6   | 31  | 17  | 88 | 23  | 58 | 60  | 21  |
| $c_{23}$ | 24  | 52  | 42  | 5   | 88  | 23 | 52  | 47 | 72  | 0   |
| $c_{24}$ | 84  | 94  | 27  | 27  | 80  | 83 | 40  | 70 | 9   | 81  |
| $c_{31}$ | 10  | 78  | 94  | 90  | 38  | 92 | 23  | 87 | 22  | 45  |
| $c_{32}$ | 86  | 45  | 22  | 26  | 63  | 95 | 64  | 60 | 56  | 77  |
| $c_{33}$ | 100 | 68  | 15  | 10  | 9   | 82 | 15  | 78 | 50  | 45  |
| $c_{34}$ | 27  | 20  | 1   | 66  | 96  | 4  | 82  | 59 | 49  | 1   |
| $a_1$    | 82  | 181 | 129 | 139 | 140 | 29 | 93  | 88 | 122 | 81  |
| $a_2$    | 95  | 155 | 126 | 91  | 57  | 41 | 167 | 72 | 34  | 91  |
| $a_3$    | 66  | 126 | 64  | 141 | 120 | 29 | 85  | 92 | 93  | 89  |
| $b_1$    | 54  | 146 | 98  | 107 | 64  | 21 | 101 | 67 | 58  | 72  |
| $b_2$    | 65  | 156 | 97  | 62  | 148 | 37 | 58  | 62 | 98  | 109 |
| $b_3$    | 40  | 126 | 91  | 78  | 51  | 10 | 57  | 58 | 42  | 96  |
| $b_4$    | 54  | 70  | 73  | 136 | 90  | 38 | 121 | 50 | 85  | 8   |

**Задание 5.** Торговому представителю для распространения продукции своей компании необходимо посетить пять городов:  $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \Gamma_4, \Gamma_5$ . Транспортные расходы, связанные с перемещением из города  $\Gamma_i$  в город  $\Gamma_j$  составляют  $c_{ij}$ . Определите минимальные расходы, требующиеся для поездки из города  $\Gamma_1$  в город  $\Gamma_3$  (с учетом возможных промежуточных пунктов).

**Варианты.**

| Вариант | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| c12     | 134 | 111 | 12  | 20  | 122 | 11  | 110 | 79  | 19  | 11  | 58  | 26  | 129 | 110 |
| c13     | 80  | 92  | 126 | 12  | 146 | 116 | 60  | 15  | 58  | 45  | 16  | 145 | 101 | 107 |
| c14     | 24  | 147 | 143 | 135 | 118 | 116 | 149 | 116 | 89  | 114 | 56  | 20  | 123 | 38  |
| c15     | 122 | 117 | 95  | 136 | 105 | 146 | 150 | 114 | 27  | 60  | 78  | 111 | 33  | 36  |
| c21     | 53  | 84  | 149 | 46  | 96  | 16  | 60  | 106 | 122 | 145 | 87  | 45  | 128 | 119 |
| c23     | 35  | 10  | 111 | 65  | 43  | 26  | 106 | 92  | 130 | 61  | 25  | 110 | 95  | 73  |
| c24     | 62  | 61  | 63  | 21  | 143 | 119 | 122 | 41  | 90  | 40  | 54  | 89  | 88  | 52  |
| c25     | 27  | 72  | 97  | 135 | 34  | 123 | 78  | 137 | 122 | 11  | 27  | 130 | 146 | 36  |
| c31     | 77  | 28  | 126 | 27  | 101 | 126 | 38  | 34  | 125 | 105 | 69  | 84  | 119 | 70  |
| c32     | 88  | 57  | 75  | 136 | 70  | 140 | 58  | 96  | 92  | 98  | 39  | 144 | 64  | 96  |
| c34     | 145 | 25  | 122 | 93  | 106 | 134 | 19  | 124 | 80  | 71  | 111 | 18  | 119 | 91  |
| c35     | 54  | 89  | 65  | 32  | 123 | 88  | 46  | 11  | 66  | 42  | 40  | 29  | 57  | 72  |
| c41     | 51  | 132 | 79  | 12  | 110 | 24  | 114 | 78  | 133 | 62  | 39  | 140 | 60  | 131 |
| c42     | 57  | 94  | 144 | 15  | 45  | 11  | 62  | 33  | 84  | 142 | 77  | 148 | 110 | 18  |
| c43     | 49  | 85  | 25  | 14  | 109 | 141 | 97  | 126 | 112 | 148 | 142 | 25  | 134 | 94  |
| c45     | 23  | 134 | 148 | 46  | 23  | 142 | 141 | 72  | 64  | 117 | 40  | 106 | 118 | 42  |
| c51     | 69  | 129 | 99  | 92  | 83  | 126 | 148 | 86  | 11  | 140 | 37  | 84  | 98  | 62  |
| c52     | 89  | 94  | 150 | 15  | 57  | 20  | 48  | 111 | 145 | 116 | 108 | 39  | 92  | 23  |
| c53     | 141 | 150 | 21  | 69  | 126 | 77  | 134 | 77  | 137 | 67  | 40  | 41  | 118 | 55  |
| c54     | 101 | 42  | 93  | 107 | 42  | 88  | 81  | 145 | 35  | 16  | 41  | 42  | 26  | 24  |