**Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине:**

**Моделирование в социально-экономических системах**

***для магистров, обучающихся по направлению 38.04.02 «Менеджмент», профиль «Управление в социально-экономических системах***

*Курсовая работа на тему:* ***«Применение методов оптимизации для исследования социально-экономических систем. Вариант №…»***

Тема курсовой работы одинаково для всех вариантов, отличается номером варианта.

**Структура курсовой работы:**

Титульный лист

Содержание

Задание (*свой вариант*)

Введение (*1-2 стр.*)

1. Теоретическая часть (*15-20 стр.*). *Название своего теоретического вопроса*

1.1. …

1.2. …

…

2. Расчетно-практическая часть

2.1. Решение задачи линейного программирования (*задание 1*)

2.2. Решение транспортной задачи (*задание 2*)

2.3. Решение задачи о назначениях (*задание 3*)

2.4. Решение задачи коммивояжера (*задание 4*)

2.5. Решение задачи эффективного инвестирования проектов (*задание 5*)

Заключение (*1-2 стр.*)

Литература (*не менее 15 ссылок*)

**Темы теоретических вопросов**

Темы и содержание теоретического материала выбирается магистром самостоятельно. Они должны быть связаны с тематикой практических заданий, то есть содержать материал по следующим темам: оптимизационные задачи в социально-экономических системах, линейное программирование, геометрический метод решения задач линейного программирования, транспортная задача, задача о назначениях, методы динамического программирования.

**Задания на расчетно-практическую часть**

*Выбираются для своего варианта. Номер варианта соответствует номеру в списке группы.*

**Задание 1** Решение задачи линейного программирования

Фирма производит и продает два типа товаров. Фирма получает прибыль в размере ***c*1** тыс.р. от производства и продажи каждой единицы товара 1 и в размере ***c*2** тыс. р. от производства и продажи каждой единицы товара 2. Фирма состоит из трех подразделений. Затраты труда (чел.-дни) на производство этих товаров в каждом из подразделений указаны в таблице:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Подразделение | Трудозатраты, чел.-дней на 1 шт. | |
| Товар 1 | Товар 2 |
| 1  2  3 | ***a*1**  ***a*2**  ***a*3** | ***b*1**  ***b*2**  ***b*3** |

Руководство рассчитало, что в следующем месяце фирма будет располагать следующими возможностями обеспечения производства трудозатратами: ***D*1** чел.-дней в подразделении 1, ***D*2** — в подразделении 2 и ***D*3** — в подразделении 3. Составить задачу линейного программирования и найти ее решение геометрическим методом. Числовые значения взять из таблицы для своего варианта.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | ***a*1** | ***a*2** | ***a*3** | ***b*1** | ***b*2** | ***b*3** | ***c*1** | ***c*2** | ***D*1** | ***D*2** | ***D*3** |
| **1, 16** | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 | 1 | 12 | 3 | 800 | 500 | 2000 |
| **2, 17** | 3 | 6 | 3 | 5 | 3 | 1 | 11 | 4 | 900 | 700 | 2100 |
| **3, 18** | 5 | 2 | 5 | 3 | 2 | 4 | 10 | 5 | 1000 | 600 | 1900 |
| **4, 19** | 4 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 9 | 6 | 1100 | 800 | 1800 |
| **5, 20** | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 8 | 4 | 1000 | 900 | 1700 |
| **6, 21** | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 9 | 5 | 900 | 1000 | 1600 |
| **7, 22** | 5 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 10 | 3 | 800 | 900 | 1700 |
| **8, 23** | 4 | 3 | 3 | 5 | 1 | 3 | 11 | 4 | 700 | 800 | 1800 |
| **9, 24** | 3 | 4 | 1 | 2 | 5 | 1 | 12 | 6 | 1200 | 700 | 1900 |
| **10, 25** | 3 | 4 | 2 | 5 | 2 | 2 | 13 | 3 | 1300 | 600 | 2000 |
| **11, 26** | 5 | 3 | 6 | 2 | 2 | 6 | 14 | 4 | 1000 | 500 | 2100 |
| **12, 27** | 5 | 2 | 5 | 5 | 6 | 5 | 14 | 5 | 900 | 600 | 2200 |
| **13, 28** | 1 | 3 | 2 | 4 | 2 | 5 | 13 | 4 | 800 | 700 | 2000 |
| **14, 29** | 6 | 3 | 3 | 6 | 3 | 4 | 12 | 3 | 1100 | 800 | 2100 |
| **15, 30** | 2 | 3 | 5 | 5 | 1 | 4 | 11 | 2 | 1200 | 900 | 1900 |

**Задание 2** Решение транспортной задачи

Решить транспортную задачу с использованием вычислительной техники. На трех элеваторах хранится зерно, часть которого нужно развезти по четырем хлебозаводам.  — затраты на перевозку 1 тонны зерна с *i*-го элеватора на *j*-й хлебозавод. Составить план перевозки зерна, чтобы суммарные затраты на перевозку были минимальными.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  элеватора | Кол-во зерна  на элеваторе (тыс. т) | Хлебозаводы и их потребность в зерне (тыс. т) | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 150 | 300 | 200 | 250 |
| 1 | 250 | *а*11 | *а*12 | *а*13 | *а*14 |
| 2 | 350 | *а*21 | *а*22 | *а*23 | *а*24 |
| 3 | 300 | *а*31 | *а*32 | *а*33 | *а*34 |

Значения коэффициентов затрат взять в соответствии со своим вариантом:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер варианта | Матрица  коэффициен­тов затрат | | | | Номер варианта | Матрица  коэффициентов затрат | | | | Номер варианта | Матрица  коэффициентов затрат | | | |
| 1, 2 | 2 | 8 | 8 | 7 | 3, 4 | 5 | 2 | 9 | 4 | 5, 6 | 8 | 9 | 6 | 7 |
| 10 | 6 | 6 | 10 | 9 | 1 | 6 | 9 | 7 | 9 | 1 | 7 |
| 6 | 7 | 5 | 6 | 5 | 3 | 2 | 1 | 5 | 9 | 7 | 9 |
| 7, 8 | 6 | 9 | 6 | 2 | 9, 10 | 2 | 6 | 8 | 2 | 11, 12 | 3 | 7 | 5 | 4 |
| 8 | 6 | 9 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 2 | 6 | 6 | 8 |
| 6 | 8 | 10 | 2 | 2 | 7 | 9 | 3 | 1 | 3 | 6 | 7 |
| 13, 14 | 4 | 5 | 4 | 3 | 15, 16 | 8 | 8 | 10 | 9 | 17, 18 | 5 | 5 | 4 | 10 |
| 8 | 3 | 8 | 6 | 2 | 9 | 4 | 3 | 4 | 8 | 2 | 3 |
| 7 | 2 | 3 | 7 | 6 | 3 | 4 | 8 | 3 | 8 | 7 | 8 |
| 19, 20 | 6 | 4 | 4 | 4 | 21, 22 | 6 | 2 | 9 | 4 | 23, 24 | 3 | 8 | 7 | 8 |
| 8 | 10 | 5 | 4 | 5 | 6 | 3 | 4 | 10 | 7 | 6 | 8 |
| 1 | 3 | 1 | 9 | 9 | 5 | 3 | 9 | 6 | 6 | 7 | 5 |
| 25, 26 | 10 | 6 | 6 | 10 | 27, 28 | 10 | 1 | 3 | 1 | 29, 30 | 5 | 6 | 3 | 4 |
| 6 | 7 | 5 | 6 | 3 | 5 | 6 | 7 | 9 | 5 | 3 | 9 |
| 4 | 5 | 4 | 3 | 2 | 8 | 8 | 10 | 9 | 8 | 9 | 6 |

**Задание 3** Решение задачи о назначениях

Согласно технологическому процессу, при изготовлении некоторых изделий, необходимо выполнить 5 технологических операций. Для их выполнения сформированы 5 бригад, причем каждая бригада может выполнять любую технологическую операцию. Однако, как показывает статистика, процент брака каждой бригады при исполнении каждой операции различен. Средний процент брака при выполнении каждой операции каждой бригадой приведен в таблице ниже (значения *a, b, c, d, e, f, g, h* взять для своего варианта из таблиц ниже).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Операция 1 | Операция 2 | Операция 3 | Операция 4 | Операция 5 |
| Бригада 1 | ***a*** | 6 | ***c*** | 3 | ***e*** |
| Бригада 2 | 4 | 2 | ***b*** | 6 | 4 |
| Бригада 3 | 5 | 7 | 4 | 3 | 5 |
| Бригада 4 | 8 | ***h*** | 5 | ***d*** | 2 |
| Бригада 5 | ***f*** | 4 | 6 | 5 | ***g*** |

Нужно так распределить бригады по технологическим операциям, чтоб суммарный средний процент брака был минимален (использовать вычислительную технику). Данные для выполнения задания (по вариантам) представлены в следующей таблице:

| ***Вариант*** | ***a*** | ***b*** | ***c*** | ***d*** | ***e*** | ***f*** | ***g*** | ***h*** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант 1** | 4 | 6 | 4 | 4 | 1 | 3 | 6 | 3 |
| **Вариант 2** | 7 | 7 | 3 | 6 | 1 | 4 | 5 | 7 |
| **Вариант 3** | 7 | 6 | 4 | 2 | 6 | 3 | 6 | 6 |
| **Вариант 4** | 6 | 7 | 5 | 2 | 2 | 6 | 6 | 3 |
| **Вариант 5** | 1 | 7 | 5 | 6 | 1 | 6 | 1 | 6 |
| **Вариант 6** | 2 | 2 | 5 | 2 | 6 | 4 | 4 | 4 |
| **Вариант 7** | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 2 | 5 | 4 |
| **Вариант 8** | 7 | 5 | 2 | 5 | 4 | 1 | 1 | 7 |
| **Вариант 9** | 5 | 7 | 4 | 3 | 7 | 4 | 2 | 4 |
| **Вариант 10** | 5 | 7 | 6 | 2 | 6 | 6 | 1 | 1 |
| **Вариант 11** | 1 | 3 | 3 | 3 | 5 | 6 | 7 | 5 |
| **Вариант 12** | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| **Вариант 13** | 6 | 2 | 3 | 5 | 4 | 6 | 1 | 6 |
| **Вариант 14** | 6 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 |
| **Вариант 15** | 4 | 3 | 2 | 4 | 7 | 6 | 3 | 4 |
| **Вариант 16** | 1 | 3 | 6 | 3 | 4 | 6 | 4 | 4 |
| **Вариант 17** | 1 | 4 | 5 | 7 | 7 | 7 | 3 | 6 |
| **Вариант 18** | 6 | 3 | 6 | 6 | 7 | 6 | 4 | 2 |
| **Вариант 19** | 2 | 6 | 6 | 3 | 6 | 7 | 5 | 2 |
| **Вариант 20** | 1 | 6 | 1 | 6 | 1 | 7 | 5 | 6 |
| **Вариант 21** | 6 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 5 | 2 |
| **Вариант 22** | 6 | 2 | 5 | 4 | 6 | 5 | 5 | 6 |
| **Вариант 23** | 4 | 1 | 1 | 7 | 7 | 5 | 2 | 5 |
| **Вариант 24** | 7 | 4 | 2 | 4 | 5 | 7 | 4 | 3 |
| **Вариант 25** | 6 | 6 | 1 | 1 | 5 | 7 | 6 | 2 |
| **Вариант 26** | 5 | 6 | 7 | 5 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| **Вариант 27** | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 |
| **Вариант 28** | 4 | 6 | 1 | 6 | 6 | 2 | 3 | 5 |
| **Вариант 29** | 2 | 3 | 5 | 7 | 6 | 6 | 7 | 1 |
| **Вариант 30** | 7 | 6 | 3 | 4 | 7 | 6 | 3 | 4 |

**Задание 4** Решение задачи коммивояжера

Социальный работник, планирует объехать 7 городов. Стоимость проезда (тыс. руб.) из каждого города в каждый приведена в таблице. Составить маршрут, позволяющий объехать все города (начиная со второго) по одному разу и вернуться в исходный город. Вычислить общую стоимость путешествия (использовать вычислительную технику).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | Город 1 | Город 2 | Город 3 | Город 4 | Город 5 | Город 6 | Город 7 |
| Город 1 | 0 | 3,5 | 2,1 | ***d*** | 1,8 | 1,2 | 2,2 |
| Город 2 | 2,9 | 0 | ***c*** | 1,3 | 3,2 | 1,8 | 2,3 |
| Город 3 | 1,7 | 2,9 | 0 | 1,4 | 2,5 | ***f*** | 1,8 |
| Город 4 | ***a*** | 3,3 | 1,6 | 0 | 3,8 | 2,5 | 3,2 |
| Город 5 | 1,6 | ***b*** | 3,8 | 2,5 | 0 | 2,4 | 2,1 |
| Город 6 | 1,7 | 2,2 | 2,6 | 2,1 | 2,4 | 0 | ***g*** |
| Город 7 | 2,0 | 1,7 | 2,7 | 3,3 | ***e*** | 1,3 | 0 |

Данные для своего варианта взять из таблицы:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вар.** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** |
| ***a*** | 1,8 | 3,4 | 1,5 | 1,3 | 2,8 | 1,6 | 3,0 | 1,6 | 2,5 | 2,9 | 3,0 | 2,6 | 1,7 | 3,0 | 1,7 |
| ***b*** | 3,2 | 1,6 | 1,0 | 0,8 | 2,7 | 1,6 | 3,1 | 3,8 | 3,8 | 1,1 | 2,7 | 2,7 | 3,8 | 3,1 | 1,8 |
| ***c*** | 1,9 | 2,0 | 1,3 | 1,4 | 2,2 | 3,2 | 2,0 | 2,6 | 2,8 | 0,9 | 3,1 | 3,5 | 2,2 | 3,8 | 3,7 |
| ***d*** | 3,0 | 3,6 | 2,7 | 3,6 | 1,4 | 3,1 | 1,8 | 2,1 | 2,2 | 3,8 | 3,7 | 2,3 | 0,9 | 3,7 | 2,6 |
| ***e*** | 3,6 | 1,0 | 2,1 | 3,6 | 3,6 | 1,5 | 2,7 | 2,6 | 1,0 | 3,0 | 1,6 | 2,9 | 3,5 | 3,7 | 1,7 |
| ***f*** | 2,4 | 3,6 | 1,0 | 3,0 | 1,2 | 3,8 | 3,3 | 0,9 | 2,9 | 0,9 | 2,1 | 2,0 | 2,8 | 2,5 | 3,1 |
| ***g*** | 1,0 | 0,8 | 3,6 | 2,7 | 2,6 | 0,9 | 1,5 | 3,4 | 3,7 | 3,3 | 1,0 | 2,1 | 2,5 | 1,4 | 2,5 |
| **Вар.** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| ***a*** | 1,6 | 1,9 | 2,9 | 3,0 | 2,9 | 1,2 | 2,1 | 0,8 | 3,5 | 3,2 | 2,7 | 1,4 | 2,1 | 2,1 | 2,8 |
| ***b*** | 2,1 | 2,4 | 1,0 | 3,8 | 0,9 | 3,5 | 1,1 | 0,9 | 2,6 | 2,0 | 1,3 | 0,9 | 1,3 | 2,4 | 2,4 |
| ***c*** | 3,2 | 3,4 | 1,5 | 3,7 | 0,8 | 3,7 | 3,2 | 2,2 | 2,9 | 1,1 | 3,3 | 2,8 | 2,3 | 3,6 | 2,7 |
| ***d*** | 2,0 | 1,7 | 2,5 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 0,8 | 2,8 | 2,1 | 3,2 | 3,7 | 0,9 | 1,9 | 3,1 | 2,1 |
| ***e*** | 3,7 | 1,8 | 3,1 | 3,2 | 2,4 | 3,3 | 1,7 | 3,4 | 3,4 | 3,6 | 1,9 | 2,8 | 3,8 | 1,0 | 2,4 |
| ***f*** | 2,7 | 1,1 | 3,2 | 2,4 | 2,4 | 1,8 | 1,4 | 2,4 | 2,1 | 3,8 | 2,8 | 3,4 | 1,0 | 2,4 | 1,1 |
| ***g*** | 1,0 | 3,3 | 3,1 | 2,4 | 2,9 | 3,4 | 1,1 | 3,0 | 1,6 | 3,4 | 3,7 | 2,8 | 3,6 | 1,7 | 1,7 |

**Задание 5** Решение задачи эффективного инвестирования проектов

Решить задачу распределения 5 единиц ресурсов между четырьмя социальными проектами. На будущий период были выделены 5 денежных средств, которые нужно распределить между 4 проектами, причем каждому проекту необходимо выделить средства кратно одной денежной единице. Эффективность от инвестирования средств зависит от количества вложений *х* в каждый *k*-ый проект, равно  и приведено в таблице (см. свой вариант). Определить оптимальное распределение средств между проектами с использованием вычислительной техники.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант № 1** | | | | | **Вариант № 2** | | | | |
| *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* | *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* |
| 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| 2 | 5 | 4 | 5 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 4 | 7 | 8 | 8 | 7 | 4 | 8 | 7 | 7 | 8 |
| 5 | 8 | 8 | 9 | 9 | 5 | 9 | 8 | 8 | 9 |
| **Вариант № 3, 29** | | | | | **Вариант № 4, 28** | | | | |
| *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* | *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 |
| 2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 5 | 3 |
| 3 | 6 | 5 | 6 | 6 | 3 | 7 | 6 | 5 | 6 |
| 4 | 7 | 7 | 8 | 7 | 4 | 7 | 7 | 8 | 7 |
| 5 | 7 | 9 | 7 | 8 | 5 | 8 | 8 | 9 | 8 |
| **Вариант № 5, 27** | | | | | **Вариант № 6, 26** | | | | |
| *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* | *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| 2 | 4 | 5 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 3 | 6 | 6 | 6 | 7 | 3 | 5 | 6 | 5 | 6 |
| 4 | 7 | 8 | 7 | 8 | 4 | 8 | 7 | 7 | 8 |
| 5 | 7 | 9 | 7 | 8 | 5 | 7 | 8 | 8 | 9 |
| **Вариант № 7, 25** | | | | | **Вариант № 8, 24** | | | | |
| *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* | *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* |
| 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| 2 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| 3 | 7 | 6 | 6 | 6 | 3 | 7 | 7 | 7 | 5 |
| 4 | 8 | 7 | 7 | 9 | 4 | 7 | 7 | 9 | 8 |
| 5 | 9 | 9 | 8 | 10 | 5 | 9 | 9 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант № 9, 23** | | | | | **Вариант № 10, 22** | | | | |
| *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* | *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* |
| 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 3 | 6 | 5 | 5 | 5 | 3 | 6 | 5 | 6 | 5 |
| 4 | 8 | 8 | 9 | 7 | 4 | 9 | 8 | 8 | 7 |
| 5 | 8 | 9 | 10 | 9 | 5 | 10 | 10 | 9 | 8 |
| **Вариант № 11, 21** | | | | | **Вариант № 12, 20** | | | | |
| *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* | *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* |
| 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| 3 | 7 | 6 | 5 | 5 | 3 | 7 | 6 | 6 | 5 |
| 4 | 7 | 7 | 9 | 8 | 4 | 8 | 9 | 9 | 9 |
| 5 | 9 | 10 | 9 | 9 | 5 | 8 | 9 | 8 | 10 |
| **Вариант № 13, 19** | | | | | **Вариант № 14, 18** | | | | |
| *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* | *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* |
| 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 5 | 2 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 3 | 5 | 6 | 5 | 6 | 3 | 5 | 6 | 6 | 7 |
| 4 | 7 | 8 | 9 | 8 | 4 | 9 | 8 | 8 | 8 |
| 5 | 10 | 9 | 9 | 8 | 5 | 10 | 10 | 10 | 8 |
| **Вариант № 15, 17** | | | | | **Вариант № 16, 30** | | | | |
| *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* | *x*, д.е. | *f1(x)* | *f2(x)* | *f3(x)* | *f4(x)* |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| 2 | 5 | 4 | 4 | 5 | 2 | 3 | 5 | 4 | 4 |
| 3 | 6 | 6 | 7 | 6 | 3 | 7 | 7 | 6 | 6 |
| 4 | 8 | 7 | 7 | 8 | 4 | 8 | 7 | 8 | 8 |
| 5 | 8 | 9 | 10 | 10 | 5 | 8 | 9 | 10 | 8 |

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Акинин, П.В. Математические и инструментальные методы экономики: Учебное пособие / П.В. Акинин, В.А. Королев, С.Г. Кочергин. - М.: КноРус, 2012. - 232 c.
2. Аксёнов, А.П. Экономико-математические методы и модели. Задачник: Учебное пособие для ВУЗов / А.П. Аксёнов, С.Г. Фалько. - М.: КноРус, 2009. - 202 c.
3. Балдин, К.В. Математические методы и модели в экономике: Учебник / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, А.В. Рукосуев.. - М.: Флинта, МПСИ, 2012. - 328 c.
4. Белолипецкий, А.А. Экономико-математические методы: Учебник / А.А. Белолипецкий. - М.: Академия, 2010. - 368 c.
5. Гармаш, А.Н. Математические методы в управлении: Учебное пособие / А.Н. Гармаш, И.В. Орлова. - М.: Вузовский учебник, НИЦ Инфра-М, 2013. - 272 c.
6. Гармаш, А.Н. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учебник для бакалавриата и магистратуры / А.Н. Гармаш, И.В. Орлова, В.В. Федосеев. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 328 c.
7. Гармаш, А.Н. Математические методы в управлении: Учебное пособие / А.Н. Гармаш, И.В. Орлова. - М.: Вузовский учебник, 2018. - 240 c.
8. Гетманчук, А.В. Экономико-математические методы и модели: Учебное пособие для бакалавров / А.В. Гетманчук, М.М. Ермилов. - М.: Дашков и К, 2015. - 188 c.
9. Глухов, В.В. Математические методы и модели для менеджмента: Учебное пособие / В.В. Глухов, М.Д. Медников, С.Б. Коробко. - СПб.: Лань, 2007. - 528 c.
10. Грицюк, С.Н. Математические методы и модели в экономике: Учебник / С.Н. Грицюк, Е.В. Мирзоев, В.В. Лысенко. - Рн/Д: Феникс, 2007. - 348 c.
11. Замков, О.О. Математические методы в экономике / О.О. Замков, А.В. Толстопятенко, Ю.Н. Черемных. - М.: ДиС, 2009. - 384 c.
12. Клозе, Г. Математические методы экономической динамики: Учебное пособие / Г. Клозе. - СПб.: Лань, 2015. - 352 c.
13. Курбанов, В.Г. Математические методы в теории управления: Учебное пособие / В.Г. Курбанов. - СПб.: ГУАП, 2009. - 208 c.
14. Макаров, С.И. Экономико-математические методы и модели. Задачник: Учебно-практическое пособие / С.И. Макаров; под ред., Севастьянова С.А.. - М.: КноРус, 2019. - 240 c.
15. Маркин, Ю.П. Математические методы и модели в экономике: Учебное пособие / Ю.П. Маркин. - М.: Высшая школа, 2007. - 422 c.
16. Орлова, И.В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие / И.В. Орлова. - М.: Вузовский учебник, НИЦ Инфра-М, 2013. - 389 c.
17. Смагин, Б.И. Экономико-математические методы / Б.И. Смагин. - М.: КолосС, 2012. - 271 c.
18. Хуснутдинов, Р.Ш. Экономико-математические методы и модели: Учебное пособие / Р.Ш. Хуснутдинов. - М.: Инфра-М, 2017. - 320 c.
19. Шапкин, А.С. Математические методы и модели исследования операций: Учебник / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. - М.: Дашков и К, 2016. - 400 c.
20. Шикин, Е.В. Математические методы и модели в управлении: Учебное пособие / Е.В. Шикин и др. - М.: КДУ , 2009. - 440 c.
21. Юдин, Д.Б. Задачи и методы линейного программирования: Математические основы и практические задачи / Д.Б. Юдин, Е.Г. Гольштейн. - М.: КД Либроком, 2010. - 320 c.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное   
образовательное учреждение высшего образования

**«Воронежский Государственный**

**Технический Университет»**

Факультет экономики, менеджмента и информационных технологий

Направление подготовки 38.04.02 «Менеджмент»

Кафедра управления

**Курсовая работа**

по дисциплине: «Моделирование в социально-экономических системах»

на тему:

**«Применение методов оптимизации для исследования социально-экономических систем. Вариант №…»**

Выполнил: Студент 1 курса группы мУСЭ-201  
Фамилия И.О.

Проверил: к.ф.-м.н, доц. кафедры Моисеев С.И.

Работа защищена:« » 2021 г.

С оценкой:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Подпись преподавателя:\_\_\_\_\_\_\_

Воронеж 2021