**Исследование операций и методы оптимизации**

**Аспирантура**

**Задания на зачет**

Уважаемые аспиранты. Для получения оценки по дифференцированному зачету необходимо выполнить 5 заданий в среде Excel и прислать на проверку преподавателю два файла один в формате Excel с расчетами, каждое задание на отдельном листе, другой в формате Word с отчетом на электронный адрес **mail@moiseevs.ru**

*Задания выбираются для своего варианта, который укажет преподаватель*

Отчет в формате Word содержит: Титульный лист (в конце файла), Содержание, Введение (о важности и актуальности методов оптимизации в социальных и экономических системах, на одну страницу) и пять заданий в формате:

**Задание № …,** название задания (см. ниже)

Текст задания с числовыми данными своего варианта.

Текст: «Решение проводилось в среде MS Excel. Исходные данные представлены на рисунке …»

Ниже скрин рисунка с данными до запуска надстройки «Поиск решений» с подписью: «Рисунок … . Данные для расчета задания 1.

Ниже: «Использовалась надстройка «Поиск решений» с параметрами, приведенными на рисунке … . Далее рисунок надстройки с подписью «Параметры надстройка «Поиск Решений»».

Текст: «Полученные результаты приведены на рисунке … .», ниже скрин с результатами расчета после запуска надстройки с подписью.

Далее: «Решение задачи: переменные равны …, значение целевой функции равно …»

И так по всем 5 заданиям. Нумерация рисунков сквозная.

В конце «Заключение» и несколько абзацев типа: Были решены… использовались методы… получены результаты… и т.д.

Последнее «Литература», взять в конце файла.

**Задания на зачет**

**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 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах»

Кафедра управления

**Реферат**

по дисциплине: «Исследование операций и методы оптимизации»

на тему:

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

Выполнил: Студент 2 курса группы код группы  
Фамилия И.О.

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

Работа выполнена:« » 2021 г.

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

Подпись преподавателя:\_\_\_\_\_\_\_

Воронеж 2021