**Программа учебной дисциплины «Исследование операций»**

Утверждена

Академическим советом ООП

Протокол № от «\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_ г.

|  |  |
| --- | --- |
| Автор  | Жукова Галина Николаевна, к.ф.-м.н., доцент |
| Число кредитов  | 8 |
| Контактная работа (час.)  | 60 |
| Самостоятельная работа (час.)  | 244 |
| Курс  | 4 |
| Формат изучения дисциплины |  без использования онлайн курса |

1. **ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ**

Целями освоения дисциплины «Исследование операций» являются:

* формирование у студентов профессиональных компетенций, необходимых для принятия научно-обоснованных решений
* овладение основными методами решения оптимизационных задач
* приобретение навыка моделирования экономических задач, построения детерминированных и стохастических моделей

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные методы решения задач линейного, нелинейного и динамического программирования,

- основные методы решения транспортной задачи и задачи коммивояжера,

- основные методы теории массового обслуживания и теории игр.

**уметь:**

- применять изученные методы для решения практических задач,

- анализировать устойчивость решения задачи;

-определять границы применимости изученных методов решения задач;

- интерпретировать результаты расчетов.

**владеть:**

- навыками использования методов решения задач, рассмотренных в рамках курса, в важнейших практических приложениях;

- навыками обработки и интерпретации результатов расчетов;

- методами решения задач линейного, нелинейного и динамического программирования,

- навыками применения основных методов теории массового обслуживания и теории игр для решения естественнонаучных задач.

Изучение дисциплины «Исследование операци» базируется на следующих дисциплинах:

- алгебра

- математический анализ

- теория вероятностей и математическая статистика.

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- знать точные формулировки основных понятий, относящихся к теории матриц и определителей, основные теоремы о системах линейных уравнений, матрицах и определителях, линейных пространствах, линейных операторах, квадратичных формах;

- знать точные формулировки основных понятий и теорем, относящихся к дифференциальному и интегральному исчислению;

- знать точные формулировки основных понятий и теорем курса теории вероятностей и математической статистики.

1. **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Тема 1 Линейное программирование**

Постановка задачи линейного программирования, основные понятия. Графический метод решения задачи линейного программирования. Канонический вид задачи линейного программирования. Базисные и свободные переменные. Симплекс таблица. Двойственная задача линейного программирования. Двойственные переменные в последней симплекс таблице. Двойственные оценки. Анализ чувствительности. Целочисленное линейное программирование. Метод Гомори. Метод ветвей и границ.

**Тема 2. Нелинейное программирование**

Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа. Выпуклое программирование. Кусочно-линейная аппроксимация. Методы спуска. Градиентный метод.

**Тема 3. Транспортная задача**

Метод северо-западного угла и минимальной стоимости для нахождения допустимого решения. Метод потенциалов.

**Тема 4. Задача коммивояжера**

Матричное представление задачи. Жадный алгоритм поиска допустимого решения. Метод ветвей и границ.

Т**ема 5. Динамическое программирование**

Постановка задачи динамического программирования. Принцип оптимальности. Уравнения Беллмана. Задача о распределении капиталовложений. Анализ чувствительности.

**Тема 6. Теория массового обслуживания**

Основные понятия ТМО. Классификация систем массового обслуживания. Марковский случайный процесс. Потоки событий. Уравнения Колмогорова. Процесс гибели и размножения.

**Тема 7. Теория игр и теория принятия решений**

Понятие игровой модели. Седловая точка. Решение матричной игры в смешанных стратегиях. Графическое решение матричной игры. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования. Многокритериальные задачи. Критерии Вальда, Гурвица, Сэвиджа, Лапласа. Оптимальность по Парето.

1. **ОЦЕНИВАНИЕ**

Оценку за работу на практических занятиях Отекущая преподаватель выставляет в рабочую ведомость. Накопленная оценка Онакопленная вычисляется как среднее арифметическое оценок Отекущая за все занятия. Преподаватель оценивает работу студентов на семинарских занятиях по результатам контрольных работ.

В диплом выставляется результирующая оценка по учебной дисциплине.

Результирующая оценка за дисциплину рассчитывается следующим образом:

Орезульт = 0,5\*Онакопленная + 0,5\*Оэкзамен

Округление результирующей оценки производится до целого по арифметическим правилам. На пересдаче студенту предоставляется возможность получить дополнительный балл для компенсации оценки за текущий контроль.

1. **ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Оценочные средства для текущего контроля студента

На каждом занятии студенты выполняют контрольную работу длительностью 10-20 минут, в зависимости от сложности задания.

Примеры заданий контрольных работ:

1. Решить графически задачу линейного программирования



1. Решить симплекс-методом задачу линейного программирования



1. Выписать решение двойственной задачи линейного программирования и двойственные оценки ресурсов по симплекс-таблице

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| x2 | 0 | 1 |  3/16 |  5/32 | 6  |
| x1 | 1 | 0 | - 1/8  |  1/16 | 2  |
| F | 0 | 0 | 1 1/16 | 1 7/32 | 46  |

1. Составить отсечение Гомори для полностью целочисленной задачи линейного программирования

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|   | x1 | x2 | x3 | x4 | b |  |
| x2 | 0  | 1  |  27/71 |  3/71 | 2 1/4  |
| x1 | 1  | 0  | - 32/71 |  28/71 | 2 1/3  |
| F | 0  | 0  |  7/71 | 1 56/71 | 20 7/12 |

Оценочные средства для промежуточной аттестации

**Вопросы к экзамену**

1. Постановка задачи линейного программирования, основные понятия.
2. Графический метод решения задачи линейного программирования (на примере).
3. Канонический вид задачи линейного программирования, переходы между разными представлениями задачи ЛП.
4. Базисные и свободные переменные в каноническом виде задачи линейного программирования.
5. Введение и выведение переменной из базиса.
6. Симплекс таблица, структура, пример.
7. Схема решения задачи линейного программирования симплекс-методом.
8. Симплекс-метод: поиск начального решения
9. Симплекс-метод: оптимизация допустимого решения
10. Симплекс-метод: критерий оптимальности решения
11. Симплекс-метод: особенные случаи.
12. Анализ чувствительности в задаче линейного программирования.
13. Двойственная задача линейного программирования, связь переменных прямой и двойственной задач.
14. Двойственные переменные в последней симплекс таблице.
15. Двойственная задача линейного программирования: двойственные оценки.
16. Целочисленное линейное программирование. Метод Гомори.
17. Целочисленное линейное программирование. Метод ветвей и границ.
18. Условный экстремум.
19. Метод множителей Лагранжа.
20. Выпуклое программирование.
21. Кусочно-линейная аппроксимация.
22. Методы спуска.
23. Градиентный метод.
24. Транспортная задача: постановка задачи, математическая модель.
25. Транспортная задача: методы поиска допустимого решения.
26. Транспортная задача: метод потенциалов.
27. Задача коммивояжера: постановка задачи, математическая модель.
28. Задача коммивояжера: жадный алгоритм поиска допустимого решения.
29. Задача коммивояжера: метод ветвей и границ.
30. Постановка задачи динамического программирования на примере.
31. Динамическое программирование: принцип оптимальности.
32. Динамическое программирование: уравнения Беллмана.
33. Динамическое программирование: задача о распределении капиталовложений.
34. Динамическое программирование: анализ чувствительности.
35. Основные понятия теории массового обслуживания.
36. Классификация систем массового обслуживания.
37. Теория массового обслуживания: Марковский случайный процесс.
38. Теория массового обслуживания: потоки событий.
39. Теория массового обслуживания: уравнения Колмогорова.
40. Теория массового обслуживания: процесс гибели и размножения.
41. Понятие игровой модели. Седловая точка.
42. Решение матричной игры в смешанных стратегиях.
43. Графическое решение матричной игры.
44. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования.

Кроме одного теоретического вопроса, студенту предлагается несколько заданий, аналогичных задачам контрольных работ. На экзамене предлагаются задачи, не требующие сложных вычислений, а ориентированные на проверку понимания теории и умения пользоваться ею при решении задач.

**Пример заданий экзамена.**

1. Составьте функцию Лагранжа для задачи

$\begin{matrix}\left\{\begin{matrix}x^{2}+y^{2}+z^{2}=4\\x+y+z=1\end{matrix}\right.\\f=xyz\end{matrix}$

2. Вычислите потенциал третьей строки транспортной задачи

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 |  | 1 |  | 1 |  |  |
|   | C1 |   | C2 |   | C3 |   |  |
| M1 | 2 |   | 3 |   | 1 |   | -2 |
|   |   | 2 |   |   |   | 4 |  |
| M2 | 3 |   | 2 |   | 5 |   | -3 |
|   |   | 5 |   | 4 |   |   |  |
| M3 | 7 |   | 1 |   | 4 |   |  |
|   |   |   |   | 3 |   |   |  |

3. Найдите оценку желтой клетки (задача коммивояжера решается методом ветвей и границ)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **i j** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **1** | M | 40 | 40 | 0(40) | 60 |
| **2** | 20 | M | 0(?) | 10 | 30 |
| **3** | 30 | 0(10) | M | 40 | 0(30) |
| **4** | 0(10) | 50 | 10 | M | 40 |
| **5** | 0(0) | 10 | 30 | 0(0) | M |

1. **РЕСУРСЫ**
	1. **Основная литература**
	2. Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике. Издание любое, например, Юрайт, 2012.
	3. **Дополнительная литература**
2. Таха Х.А. Введение в исследование операций. Издание любое, например, Вильямс, 2005.
3. Albright, S. C. Data analysis and decision making with Microsoft Excel / S. C. Albright, W. L. Winston, C. Zappe. – 3rd ed. – Mason: Thomson South-Western, 2006. – 1084 с. + Student CD; Прил.: CD-ROM "The DecisionTools and StatTools Suite", student ed. – На англ. яз. - ISBN 0-324-40086-1.
4. Carmichael, F. A guide to game theory / F. Carmichael. – Harlow [etc.]: Financial Times/Prentice Hall: Pearson Education, 2005. – 286 с. - НП. – На англ. яз. - ISBN 0-273-68496-5.
5. Carter, M. W. Operations research: a practical introduction / M. W. Carter, C. C. Price. – Boca Raton; London; New York: CRC Press, 2001. – 394 с. – (The operations research series) . – На англ. яз. - ISBN 0-84932-256-1.
6. Denardo, E. V. Linear programming and generalizations: a problem-based introduction with spreadsheets / E. V. Denardo. – New York: Springer, 2011. – 673 с. – (International series in operations research & management science; Vol.149) . – На англ. яз. - ISBN 978-1-441-96490-8.
7. Game theory and business applications / Ed. by K. Chatterjee, W. F. Samuelson. – Boston; Toronto; London: Kluwer Academic Publishers, 2001. – 387 с. – (International series in operations research & management science; 35) . – На англ. яз. - ISBN 0-7923-7332-4.
8. Neumann von, J. Theory of games and economic behavior / J. Neumann von, O. Morgenstern; Introduction by H. W. Kuhn; Afterword by A. Rubinstein. – 16th-anniversary ed. – Princeton; Oxford: Princeton University Press, 2007. – 739 с. – На англ. яз. - ISBN 978-0-691-13061-3.
9. Osborne, M. J. An introduction to game theory / M. J. Osborne. – Oxford; New York: Oxford University Press, 2009. – 533 с. – На англ. яз. - ISBN 978-0-19-532248-4.
10. Taha, H. A. Operations research: an introduction / H. A. Taha. – 8th ed. – Upper Saddle River: Pearson Education, 2007. – 813 с. + CD-ROM. – На англ. яз. - ISBN 0-13-188923-0.
11. Winston, W. L. Operations research: applications and algorithms / W. L. Winston. – 4th ed. – Belmont: Brooks/Cole: Thomson Learning, 2004. – 1418 с. + CD-ROM. – На англ. яз. - ISBN 0-534-42362-0.
12. Аоки, М. Введение в методы оптимизации: основы и приложения нелинейного программирования / М. Аоки; Пер. с англ. Э. Б. Дубро; Под ред. Б. Т. Поляка. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1977. – 340 с.
13. Алипрантис, К. Д. Игры и принятие решений / К. Д. Алипрантис, С. К. Чакрабарти; Пер. с англ. С. В. Бусыгина; Пер. с англ. под науч. ред. В. П. Бусыгина. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2016. – 543 с. – (Сер. "Переводные учебники ВШЭ") . - ISBN 978-5-7598-1097-1.
14. Аронович, А. Б. Сборник задач по исследованию операций: учеб. пособие для вузов / А. Б. Аронович, М. Ю. Афанасьев, Б. П. Суворов. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 253 с. - 119 экз.; 30 экз. уч.ф. Кирп. - ISBN 5-211-03766-9.
15. Беллман, Р. Динамическое программирование и современная теория управления / Р. Беллман, Р. Калаба; Пер. с англ. Е. Я. Ройтенберга; Под ред. Б. С. Разумихина. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1969. – 118 с.
16. Васин, А. А. Теория игр и модели математической экономики: учеб. пособие / А. А. Васин, В. В. Морозов. – М.: МАКС Пресс, 2005. – 271 с. - 40 экз. - Кирп. - ISBN 5-317-01388-7.
17. Васин, А. А. Исследование операций: учеб. пособие для вузов / А. А. Васин, П. С. Краснощеков, В. В. Морозов. – М.: Академия, 2008. – 464 с. – (Сер. "Университетский учебник". Прикладная математика и информатика) . - Ц(30экз.). - ISBN 978-5-7695-4190-2.
18. Вентцель, Е. С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. – М.: Высш. шк., 2001. – 207 с. - 83 экз. уч.ф. Кирп. - ISBN 5-06-003993-5.
19. Измаилов, А. Ф. Чувствительность в оптимизации / А. Ф. Измаилов. – М.: Физматлит, 2006. - ISBN 5-922106-55-4.
20. Интрилигатор, М. Математические методы оптимизации и экономическая теория / М. Интрилигатор; Пер. с англ. Г. И. Жуковой, Ф. Я. Кельмана; Под ред. А. А. Конюса. – М.: Айрис-Пресс, 2002. – 565 с. – (Сер. "Высшее образование") . - 47 экз. уч.ф. Кирп. - ISBN 5-8112-0042-0.
21. Каштанов, В. А. Исследование операций: (линейное программирование и стохастические модели): учебник для вузов / В. А. Каштанов, О. Б. Зайцева. – М.: КУРС: ИНФРА-М, 2016. – 255 с. - ISBN 978-5-906818-78-2.
22. Ковалев, М. М. Дискретная оптимизация: целочисленное программирование / М. М. Ковалев; Науч. ред. А. А. Зыков. – Изд. 2-е, стер. – М.: УРСС: Едиториал УРСС, 2003. – 191 с. - ISBN 5-354-00499-3.
23. Лежнев, А. В. Динамическое программирование в экономических задачах: учеб. пособие для вузов / А. В. Лежнев. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 176 с. - ISBN 978-5-947743-44-9.
24. Морозов, В. В. Исследование операций в задачах и упражнениях: учеб. пособие для вузов / В. В. Морозов, А. Г. Сухарев, В. В. Федоров. – М.: Высш. шк., 1986. – 287 с.
25. Розен, В. В. Математические модели принятия решений в экономике: Учеб. пособие для вузов / В. В. Розен. – М.: Книжный дом "Университет": Высш. шк., 2002. – 287 с. - ISBN 5-8013-0157-7.
26. Саати, Т. Л. Принятие решений: Метод анализа иерархий / Т. Л. Саати; Пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с. – (Федеральная целевая программа книгоиздания России) . - ISBN 5-256-00443-3.
27. Тжаскалик, Т. Введение в исследование операций с применением компьютера / Т. Тжаскалик; Пер. с польского И. Д. Рудинского. – М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 437 с. + CD-ROM. - Ц. - ISBN 978-5-9912007-8-3.
28. Форд, Л. Р. Потоки в сетях / Л. Р. Форд, Д. Р. Фалкерсон; Пер. с англ. И. А. Вайнштейна. – М.: Мир, 1966. – 276 с.
29. Шень, А. Игры и стратегии с точки зрения математики / А. Шень; Ред. Н. А. Яковлев. – Изд. 2-е, стер. – М.: МЦНМО, 2008. – 40 с. - ISBN 978-5-940574-32-3.
30. Шикин, Е. В. От игр к играм: Математическое введение / Е. В. Шикин. – М.: Едиториал УРСС, 1997. – 110 с. - ISBN 5-901006-35-6.
31. Шикин, Е. В. Исследование операций: учебник / Е. В. Шикин, Г. Е. Шикина. – М.: Проспект: ТК Велби, 2008. – 275 с. - ISBN 5-482-00521-6.)
	1. **Программное обеспечение**
	2. **Профессиональные базы данных, информационные справочные системы,
	интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)**

* 1. **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для лекционных и практических занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

мультимедийный проектор с дистанционным управлением.