ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Методическое пособие

Колосов М.В.

Контрольная работа №1 Решение логических задач

Краткие теоретические сведения:

Для решения логических задач применяется алгебра логики или Булева алгебра. В ее основу положено элементарное логическое высказывание, которое может быть только истинным или ложным. Для упрощения действий элементарные высказывания обозначаются буквами, а истину и ложь логическими единицами и нулем соответственно. Тогда простые элементарные высказывания можно связать между собой с помощью логических функций и, зная, как они работают, рассчитывать их.

Основные функции (логические операции) алгебры логики следующие:

- Конъюнкция (логическое умножение): в естественном языке соответствует союзу «и», обозначается &. Конъюнкция – это логическая операция, ставящая в соответствие каждым двум простым высказываниям составное высказывание, являющееся истинным тогда и только тогда, когда оба исходные высказывания истинны.
- Дизъюнкция – (логическое сложение): в естественном языке соответствует союзу «или», обозначается V. Дизъюнкция – это логическая операция, которая каждым двум простым высказываниям ставит в соответствие составное высказывание, являющееся истинным, когда хотя бы одно из двух образующих его высказываний истинно, и ложным.
- Инверсия (отрицание): в естественном языке соответствует словам «неверно, что…» и частице не, обозначается Ā. Инверсия – это логическая операция, которая каждому простому высказыванию ставит в соответствие составное высказывание, заключающееся в том, что исходное высказывание отрицается.

Задание:

В одной из горячих точек служили 5 офицеров: генерал, полковник, майор, капитан и лейтенант. Один из них сапер, другой – пехотинец, третий – танкист, четвертый – связист, пятый – артиллерист. У каждого из них есть сестра. И каждый из них женат на сестре своего однополчанина. Вот что еще известно об этих офицерах:

- По меньшей мере, один из родственников связиста старше его по званию.
- Капитан никогда не служил в Хабаровске.
- Оба родственника-пехотинца и оба родственника-танкиста служили раньше в Мурманске.
- Ни один родственник генерала в Мурманске не был.

- Танкист служил в Твери вместе с обоими своими родственниками, а лейтенант там не служил.
- Полковник служил в Махачкале вместе со своими родственниками.
- Танкист не служил в Махачкале. Там служил только один из его родственников.
- Генерал служил с обоими своими родственниками в Хабаровске, а в Махачкале он не бывал.
- Артиллерист не служил ни в Хабаровске, ни в Твери.

Определите, кто из офицеров какое звание имеет?

Контрольные вопросы:

1. Что такое конъюнкция?
2. Что такое дизъюнкция?
3. Что такое инверсия?
4. Чем логическое сложение отличается от логического умножения?
5. Что такое элементарное логическое высказывание?
6. Перечислите основные функции алгебры логики.
7. Будет ли истиной двойное отрицание факта?
8. Опишите процесс принятия логического решения.
9. Возможно ли решение логических задач без использования операций алгебры логики?
10. Как обозначается отрицание факта в алгебре логики?

Контрольная работа №2 Решение задач оптимизации. Симплекс метод

Краткие теоретические сведения:

Ежедневно специалисты в области экономики и менеджмента сталкиваются с задачами оптимизации. Наиболее легкими и показательными являются задачи линейной оптимизации.

Линейное программирование – это раздел высшей математики, занимающийся разработкой методов поиска экстремальных значений линейной функции, на неизвестные которой наложены линейные ограничения. Задачи линейного программирования относятся к задачам на условный экстремум функции. Однако для исследования линейной функции многих переменных на условный экстремум нельзя применить хорошо разработанные методы математического анализа. Действительно, пусть необходимо исследовать на экстремум линейную функцию $Z = \sum_{j=1}^{n} c_j \cdot x_j$ при линейных ограничениях $\sum_{j=1}^{n} a_{ij} \cdot x_j = b_j$, $(i = 1..m, j = 1..n)$.

Контрольный пример Для производства столов и шкафов мебельная фабрика использует необходимые ресурсы. Нормы затрат ресурсов на одно изделие данного вида, прибыль от реализации одного изделия и общее количество имеющихся ресурсов каждого вида приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Ресурсы	Нормы затрат ресурсов на одно изделие		Общее количество ресурсов
	Стол	Шкаф	
Древесина 1 вида	0.2	0.1	40
Древесина 2 вида	0.1	0.3	60
Трудоемкость (человеко-часов)	1.2	1.5	371.4
Прибыль от реализации одного изделия (руб.)	6	8	

Определить, сколько столов и шкафов фабрике следует изготовлять, чтобы прибыль от их реализации была максимальной.

Для решения этой задачи необходимо построить математическую модель. Процесс построения модели можно начать с ответа на следующие три вопроса:

1. Для определения каких величин строится модель?

2. В чем состоит цель, для достижения которой из множества всех допустимых значений переменных выбираются оптимальные?

3. Каким ограничениям должны удовлетворять неизвестные?

В данном случае мебельной фабрике необходимо спланировать объем производства столов и шкафов так, чтобы максимизировать прибыль. Поэтому переменными являются: x_1 – количество столов, x_2 – количество шкафов Суммарная прибыль от производства столов и шкафов равна $z = 6 \cdot x_1 + 8 \cdot x_2$.

Целью фабрики является определение среди всех допустимых значений x_1 и x_2 таких, которые максимизируют суммарную прибыль, т.е. целевую функцию z.

Ограничения, которые налагаются на x_1 и x_2:

- объем производства шкафов и столов не могут быть отрицательным, следовательно $x_1, x_2 \geq 0$.
- нормы затрат древесины на столы и шкафы не могут превосходить максимально возможный запас данного исходного продукта, следовательно $0.2 \cdot x_1 + 0.1 \cdot x_2 \leq 40$, $0.1 \cdot x_1 + 0.3 \cdot x_2 \leq 60$.

Кроме того, ограничение на трудоемкость не превышает количества затрачиваемых ресурсов: $1.2 \cdot x_1 + 1.5 \cdot \mathrm{x}_2 \leq 371.4$.

Таким образом, математическая модель данной задачи имеет следующий вид: максимизировать функцию $z = 6 \cdot \mathrm{x}_1 + 8 \cdot \mathrm{x}_2$ при следующих ограничениях: $0.2 \cdot x_1 + 0.1 \cdot x_2 \leq 40$, $0.1 \cdot x_1 + 0.3 \cdot x_2 \leq 60$ и $1.2 \cdot x_1 + 1.5 \cdot \mathrm{x}_2 \leq 371.4$.

Данная модель является линейной, т.к. целевая функция и ограничения линейно зависят от переменных.

Задание:

Компания по производству механизмов выпускает пять сходных друг с другом товаров – A, B, C, D и E. В таблице 2 представлены расходы ресурсов, необходимых для выпуска единицы каждого товара, а также недельные запасы каждого ресурса и цены продажи единицы каждого продукта.

Таблица 2.

Ресурсы	Товар					Недельный запас ресурсов
	A	B	C	D	E	
Сырье, кг	6	6.5	6.1	6.1	6.4	35000
Сборка, ч	1	0.75	1.25	1	1	6000
Обжиг, ч	3	4.5	6	6	4.5	30000
Упаковка, ч	0.5	0.5	0.5	0.75	1	4000
Цена продажи, ф. ст.	40	42	44	48	52	

Известны также издержки, связанные с использованием каждого вида ресурсов: сырье – 2.10 ф. ст. за 1 кг; сборка – 3.00 ф. ст. за 1 ч; обжиг – 1.30 ф. ст. за 1 ч; упаковка – 8.00 ф. ст. за 1 ч. Требуется сформулировать задачу линейного программирования.

Контрольные вопросы:

1. Какого типа задачи могут быть решены с помощью линейного программирования?
2. Что понимается под оптимальным решением?
3. Что такое условный экстремум функции?
4. Что такое целевая функция?
5. При каких условиях математическую модель можно назвать линейной?
6. Опишите процесс решения задачи линейного программирования.
7. Опишите процесс формирования системы ограничений при решении задач линейного программирования.

Контрольная работа №3 Решение задач оптимизации. Транспортная задача

Краткие теоретические сведения:

Многие постановки производственно-транспортных задач путем преобразований сводятся к решению транспортных задач (например, путем введения обобщенного источника и фиктивных транспортных связей его с фактическими источниками). Для транспортных задач (особенно линейных) разработаны эффективные вычислительные алгоритмы, существенно использующие их специфику и позволяющие достаточно оперативно решать задачи большой размерности.

Классическая транспортная задача решает проблему экономичного плана транспорта однородных или взаимозаменяемых продуктов из пунктов производства (источников теплоты) в пункты потребления (абонентские установки потребителей теплоты). Применительно к СЦТ эту задачу можно сформулировать следующим образом. Имеется m источников теплоты и n ее потребителей. Заданы тепловые мощности a_i каждого источника теплоты и потребности b_i каждого потребителя, а также удельные приведенные затраты (или эксплуатационные расходы) на транспорт единицы тепловой мощности от j-го источника к i-му потребителю c_{ij}. Требуется определить потоки тепловой мощности x_{ij} от источников к потребителям, обеспечивающие минимум суммарных приведенных затрат (или эксплуатационных расходов) в СЦТ:

$$З = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} \cdot x_{ij} ;$$

при условиях полного удовлетворения потребностей потребителей тепловой мощности от источников теплоты

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j; \quad j = 1 \dots n;$$

полного использования мощности каждого источника теплоты для обеспечения потребителей

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i; \quad i = 1 \dots m;$$

и неотрицательности потоков тепловой мощности от источников к потребителям

$$x_{ij} \geq 0; \quad i = 1 \dots m; \quad j = 1 \dots n;$$

Задача называется замкнутой транспортной моделью, поскольку единственным условием ее разрешимости является равенство суммарной мощности источников теплоты суммарной тепловой нагрузке.

Практически же почти всегда суммарная мощность источников теплоты должна несколько превышать суммарную тепловую нагрузку (например, по условиям дискретности основного оборудования источников, требованиям резервирования). Поэтому баланс производства и потребления тепловой энергии нарушается и условия равенства заменяются ограничениями-неравенствами:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \le a_i; \quad i = 1 \dots m;$$

которые означают, что из каждого источника теплоты не может быть транспортирована тепловая мощность более имеющейся на нем.

Полученная задача минимизации целевой функции называется открытой транспортной моделью. Эта модель сводится к замкнутой путем введения фиктивного $(n+1)$-го потребителя с тепловой нагрузкой, равной разности между суммарной тепловой мощностью источников и суммарной тепловой нагрузкой:

$$b_{n+1} = \sum_{i=1}^{m} a_i - \sum_{j=1}^{n} b_j.$$

Задание:

Необходимо решить задачу линейного программирования. Исходные данные приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Источники теплоты i	Тепловые нагрузки источников теплоты a_i, МВт	Потребители (тепловые районы) j				
		1	2	3	4	5
		Тепловые нагрузки потребителей b_j, МВт				
		120	320	170	320	450
		Удельные приведенные затраты на тепловые сети c_{ij}, руб/кВт·год				
1	290	12.9	11.1	7.8	11.4	10.5
2	348	4.2	9.9	15.3	20.1	4.8
3	742	21.9	19.8	10.8	9.9	18
4	325	7.5	20.1	12.6	15.9	9

Контрольные вопросы:

1. Перечислите виды транспортных задач.
2. Опишите отличие открытой и закрытой транспортной задачи.

2. Опишите процесс решения средствами транспортной задачи.

2. Перечислите отличительные особенности решения транспортной задачи.

Контрольная работа №4 Решение матричной игры в смешанных стратегиях

Задание:

Необходимо определить, какую электростанцию построить в одном из районов страны, чтобы эффективность использования капиталовложений была наибольшей при самых неблагоприятных условиях. Планирующий орган имеет три стратегии использования капиталовложений: А1 — вложить средства в гидроэлектростанцию, А2 — в тепловую, А3 — в атомную. Случайные факторы, влияющие на экономическую эффективность применяемых плановым органом стратегий, можно рассматривать как состояния природы (П1, П2, П3), Экономический эффект (у.д.е.) трех стратегий планового органа оценен с учетом затрат на строительство и издержек в процессе эксплуатации, зависящих от состояний природы, и представлен в таблице.

Таблица 4.

	П1	П2	П3
А1	45	20	30
А2	25	52	43
А3	32	40	27

Контрольная работа №5 Базовая методика нечеткой оптимизации совместной работы энергоагрегатов, использующих комбинированное топливо

Задание:

Рассмотрим задачу оптимизации совместной работы двух энергоагрегатов, выделенных в блочную структуру. Такая задача является типичной при оптимизации режимов работы энергосистем, и может, в определенной степени, рассматриваться как модельная.

Положим, что каждый из энергоблоков может работать на газе, жидком топливе или в любом их сочетании. Суммарная мощность, развиваемая обоими энергоблоками, должна быть постоянной величиной. На потребление газа накладываются ограничения внешнего характера. Требуется найти режимы работы каждого энергоблока такие, чтобы минимизировать потребление жидкого топлива.

Задача оптимизации ставится для реальных функционирующих энергоблоков. Полагается, что исходные данные формируются как на основе сбора статистической информации о работе агрегатов, так и путем проведения натуральных испытаний. Такие исходные данные характеризуются существенными неопределенностями: неточным значением параметров агрегатов и режимов работы, недостаточностью информации о протекающих процессах, случайным характером поведения системы. В этих условиях математические модели функционирования энергоагрегатов строятся на основе статистической обработки исходной информации в виде регрессионных полиномов второй степени. Известно, что в параметры таких моделей определяются с точностью до интервала.

В качестве выходных переменных моделей выберем расходы газа и жидкого топлива энергоблоков. При этом входными переменными будут мощности энергоустановок. Мощности энергоблоков будем полагать нечетко определенными величинами.

Для реальных энергоблоков с суммарной мощностью 50 МВт затраты жидкого топлива w_1 и газа w_2 в тоннах условного топлива в час на первый энергоблок описываются следующими регрессионными зависимостями:

$$w_1(x_1) = 1.4609 + 0.15186 \cdot x1 + 0.00145 \cdot x_1^2,$$
$$w_2(x_1) = 1.5742 + 0.1631 \cdot x1 + 0.001358 \cdot x_1^2,$$

где x_1 – выходная мощность первого энегроблока в МВт.

Аналогично для второго энергоблока затраты жидкого топлива y_1 и газа y_2 при мощности x_2 составляют:

$$y_1(x_2) = 0.8008 + 0.2031 \cdot x_2 + 0.000916 \cdot x_2^2,$$
$$y_2(x_2) = 0.7266 + 0.2256 \cdot x_2 + 0.000778 \cdot x_2^2,$$

где x_2 – выходная мощность второго энегроблока в МВт.

В соответствии с эксплуатационными характеристиками энергоблоков, x_1 и x_2 могут изменяться в диапазонах

$$18 \leq x_1 \leq 30,$$
$$14 \leq x_2 \leq 25.$$

Результаты режимно-наладочных испытаний показали, что разные виды топлива с некоторой степенью приближения могут комбинироваться аддитивным образом.

Задачу оптимизации теперь сформулируем следующим образом: требуется определить мощности каждого энергоблока x_1 и x_2 и доли использования разных видов топлива λ_1 и λ_2 такие, чтобы минимизировать общее потребление жидкого топлива, при условии, что расход газа не превысит 10 т.у.т.

Найти также оптимальные значения при среднеквадратичных отклонениях функций затрат топлива равных 0.5%, 1%, 5%.

Контрольная работа №6 Оптимизация работы тепловой схемы электрической станции

Задание:

Паровая турбина электростанции работает при параметрах пара: $p_1 = 3.5$ МПа; $t_1 = 435$ ºС; $p_2 = 0.004$ МПа. Для подогрева питательной воды из турбины собирается пар при $p_{\text{отб}}$. Регенеративный подогреватель смешивающегося типа, конденсат в нем подогревается до температуры насыщения, соответствующей давлению в отборе. Определить максимальный термический КПД установки ($\eta_{t\text{р}}$) при изменении давления отбора, а также повышение термического КПД для установки с двумя регенеративными отборами.

Контрольная работа №7 Оптимизация работы тепловой сети

Задание:

Необходимо определить минимальные затраты на прокладку тепловой сети с учетом затрат на капитальные вложения в прокладку трубопроводов и установку насосного оборудования, а также эксплуатационные затраты в течении последующих 30 лет с учетом тепловых потерь, затрат на электроэнергию насосного оборудования и амортизацию. Исходные данные для сети приведены на рисунке 1.

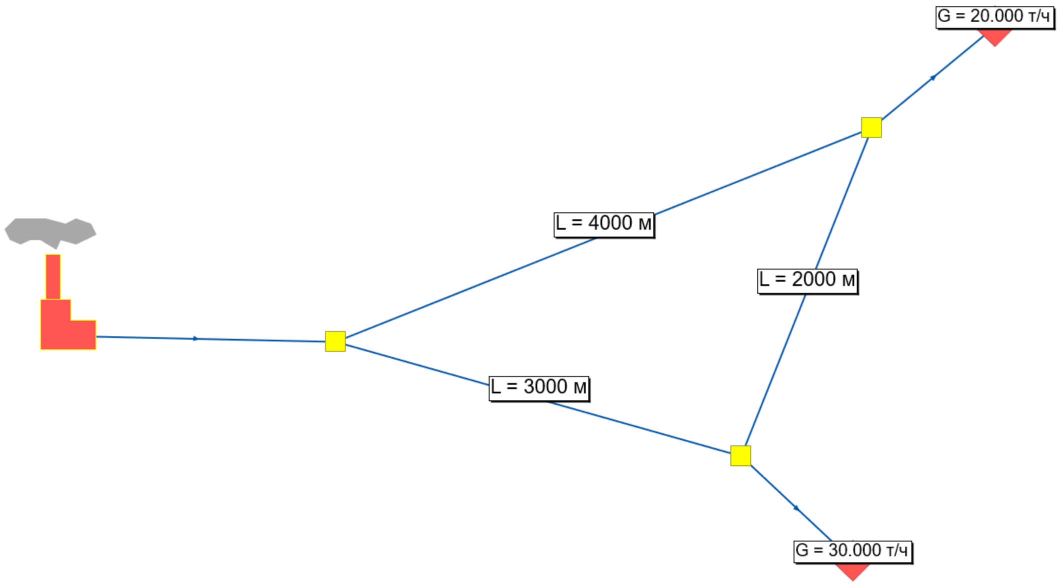

Рисунок 1 – Схема тепловой сети