

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт информационных технологий
и управления в технических системах

Кафедра информатики и управления в технических системах

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ

Методические указания

к выполнению курсовой работы
по дисциплине

"Системы управления базами данных"

для студентов направления подготовки

27.03.04 "Управление в технических системах"



Севастополь
СевГУ
2019

УДК 004.65
ББК 32.972.134
Ш98

Рецензент:

В.А. Крамарь – профессор кафедры "Информатика и управление в технических системах", доктор техн. наук, профессор

Составитель: Е.А. Шушляпин

Ш98 Проектирование и формирование базы данных: метод. указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Системы управления базами данных» для студентов направления подготовки 27.03.04 Управление в технических системах / Сост. Е.А. Шушляпин. – Севастополь: СевГУ, 2019. – 48 с.

В методических указаниях приводятся теоретические сведения для проектирования баз данных на основе ER-подхода, варианты заданий, содержание работы. Целями курсовой работы являются освоение ER-подхода к проектированию реляционных баз данных, а также ее формирование в среде СУБД ACCESS, использование языка запросов SQL.

Методические указания предназначены для студентов направления подготовки 27.03.04 Управление в технических системах.

УДК 004.65
ББК 32.972.134

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры "Информатика и управления в технических системах", протокол № 8 от 08 апреля 2019 г.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании ученого совета Института информационных технологий и управления в технических системах, протокол № 5 от 25 апреля 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Цель работы.....	4
2 Объект исследования.....	4
3 Краткие теоретические сведения. ER – подход к проектированию реляционных баз данных	4
4 Задание на курсовую работу.....	12
5. Отчет по работе	46
Библиографический список.....	48

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы – изучить и практически освоить ER-подход к проектированию реляционных баз данных.

2 ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является метод проектирования реляционных баз данных на основе понятия сущности и связи (ER – подход). Инструментом исследования является программный пакет Access.

3 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ. ER – ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ

Основные понятия данного подхода – реляционной базы данных (БД), сущности и характеристик сущности (атрибутов, ключа), связей и характеристик связей (порядка, степени, класса принадлежности), – даны в [7].

В ER – подходе можно выделить следующие основные этапы:

1. Выделение из окружающей среды предметной области.
2. Определение сущностей предметной области и их характеристик.
3. Определение связей между сущностями и их характеристик.
4. Формирование схемы базы данных.

При этом последний этап является в значительной мере формализованным, что позволяет его автоматизировать. Для автоматизированного формирования схем баз данных имеются специализированные пакеты, например, Erwin. Отдельные элементы автоматизированного проектирования имеются в СУБД Access и использовались в лабораторной работе № 1 при построении таблицы «Сотрудники» с помощью мастера [3].

Первые же три этапа проектирования практически не поддаются автоматизации и требуют участия специалиста в предметной области.

Для дальнейших иллюстраций этапов рассмотрим следующий пример описания предметной области в виде оптимизационной задачи.

Имеется котельная, работающая на твердом топливе. На ее складе запасено два сорта топлива со следующими характеристиками.

Таблица 1 – Характеристики топлива

Сорт топлива	Теплотворная способность (ккал/кг)	Зольность (кг золы/ кг топлива)	Цена (коп/кг)
1	10	0.02	10
2	8	0.04	5

Требуется составить смесь из двух сортов топлива, имеющую минимальную стоимость и обеспечивающую получение не менее 3000 ккал тепла и не более 8 кг золы.

Пример представляет некоторую предметную область, связанную с работой промышленного предприятия (в данном случае – котельной). Любое промышленное предприятие представляет собой сложную систему, состоящую из множества подсистем. В формулировке задачи просматривается одна из подсистем, связанная с обеспечением котельной топливом в требуемом количестве и качестве (возможно, отдел снабжения). При разработке информационного обеспечения для предприятия, естественно, учитываются информационные потребности всех подсистем. Однако для нашей локальной задачи мы можем ограничиться предметной областью, включающей только то, что имеется в условии задачи (возможно, с некоторой перспективой).

Определим сущности. В данном процессе участвуют две стороны, которые можно принять за сущности – «топливо» и «заказ» (можно ограничиться и одной сущностью «топливо», но тогда возможности базы данных будут беднее). Топливо имеет характеристики, приведенные в таблице 1, которые естественным образом определяют атрибуты сущности: «сорт топлива», «теплотворная способность», «зольность», «цена». Ключ сущности – «сорт топлива». Если посмотреть на вопрос с более общих позиций и учесть возможность перехода котельной с твердого на жидкое топливо или газ, перечень атрибутов может быть изменен или расширен. Например, вместо ключевого атрибута «сорт топлива» следует предусмотреть ключевой атрибут «вид топлива», вместо зольности – другие виды выбросов в виде пары атрибутов «вид выброса», «норма выброса». Для сущности «заказ» естественны такие атрибуты: «номер заказа», «дата заказа», «минимальное количество тепла», «максимальное количество золы» (ключ – «номер заказа»). В расширенном подходе «количество золы» можно заменить парой атрибутов «вид выброса», «максимальное количество выброса». Можно предусмотреть и другие продукты (например, шлак, серу), которые можно даже и продавать, т.е. учесть их продажную стоимость. Можно учесть зависимость норматива выброса от погодных условий или времени и т.д. Таким образом, даже в этом простом случае могут быть несколько вариантов выбора, и только специалист данного предприятия (возможно даже, что только руководитель) сможет разумным образом ограничить предметную область.

Далее определим связи. Ввиду того, что мы имеем только две сущности, порядок связи между ними – бинарный. Поскольку каждый вид топлива участвует во многих заказах, а каждый заказ связан со многими видами топлива, имеем степень связи «много ко многим». Для определения классов принадлежности «левого» (т.е. примыкающего к сущности «топливо») конца связи рассмотрим, возможны ли ситуации, когда какой-то из видов топлива не входит в оптимальную смесь. Очевидно, что неис-

пользуемый в данный момент вид топлива вполне возможен, поэтому класс принадлежности левого конца связи необязательный. На правом конце ситуация сложнее. Здесь мы должны ответить на вопрос: возможны ли заказы, не использующие топливо вообще? Казалось бы, такие заказы бессмысленны. Однако представим ситуацию, когда заказы планируются «вперед», а количества требуемого тепла и выбросов зависят от погодных условий. Тогда в базу данных первоначально поступят только номер и дата заказа, а с видами топлива эти заказы временно связаны не будут. Таким образом, получается, что и на этом конце класс принадлежности необязательный. Если же заказы вперед не планируются, класс будет обязательным.

В сложных случаях, когда ситуация не вполне ясная, используют диаграммы «ER – экземпляров» и «ER – типа».

На диаграмме «ER – экземпляров» слева кружками показывают экземпляры одной сущности, справа – экземпляры другой сущности, а кружки соединяют между собой линиями таким образом, что бы они отражали имеющие место связи между экземплярами сущности. Далее смотрят на диаграмму и определяют характеристики связей. Так, если хотя бы от одного левого кружка отходит несколько линий, на левом конце степень «много». Аналогично анализируют правый конец. Если слева существует хотя бы один кружок, не связанный с другими, левый конец имеет необязательный класс принадлежности. Аналогично проверяется и правый конец. Если же указанные выше ситуации не обнаружены, рассматривают, что может быть в перспективе и окончательное решение принимают с ее учетом.

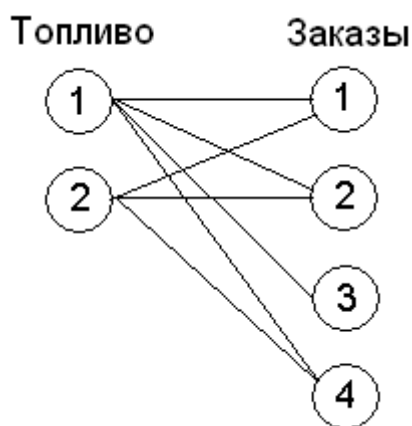


Рисунок 1 – Диаграмма ER – экземпляров для примера БД

Следует отметить, то такой тщательный анализ проводят в тех случаях, когда минимизируется объем базы данных и время реализации запросов. Тогда учет степени связи и класса принадлежности позволяет указанный объем уменьшить, а скорость доступа к данным увеличить. Если же указанные параметры не имеют определяющего значения, а более важна «мобильность» базы данных, т.е. ее приспособленность к модифи-

кациям, то можно принять степени всех связей «много ко многим». В таком случае классы принадлежности не используются (см. ниже), а каждая связь порождает отдельную связную таблицу.

Диаграмма ER – типа отображает сущности и связи с их характеристиками и изображается несколькими способами. Ниже показан один из возможных способов изображения диаграмм в предположении того, что левый конец связи имеет необязательный класс принадлежности, а правый – обязательный.



Рисунок 2 – Диаграмма ER – типа для примера БД

На рисунке 2 показаны только ключевые атрибуты (подчеркнуты), а остальные заменены многоточиями.

После построения ER – диаграмм, завершающих третий этап проектирования БД, переходим к последнему этапу – формированию схемы БД. Схемы БД имеют два уровня, – логический и физический (концептуальный и внутренний по другой терминологии). На логическом (концептуальном) уровне определяют связные поля или таблицы и распределяют атрибуты по таблицам. Последнее может оказаться и нетривиальной задачей, поскольку при описании предметной области могут быть данные, которые как бы относятся к нескольким сущностям одновременно. В таком случае, в зависимости от связи между сущностями, эти данные либо включают в таблицу для одной из сущностей, либо помещают в связную таблицу. Такие данные есть и в нашем примере – количества составляющих оптимальной смеси сортов топлива. Этих количеств в исходных данных нет, однако предполагается, что они должны быть определены (в зависимости от ограничений на тепло и золу) с помощью компьютерной программы линейного программирования и занесены в базу данных. При этом атрибут «количество топлива» характеризует не только сущность «топливо», но и сущность «заказы», поскольку именно последняя содержит атрибуты «минимальное количество тепла» и «максимальное количество золы», от которых зависит количество получаемого тепла.

На физическом (внутреннем) уровне задают типы значений атрибутов, длины соответствующих полей, стандартные и специальные правила целостности. Стандартные правила целостности реализуются внутренними средствами СУБД, поддерживающих понятия первичного и внешнего ключа [1, 3]. Специальные правила целостности реализуются в виде хранимых процедур и триггеров – программных средств типа обработчиков событий, наборы которых для различных типовых ситуаций входят в ин-

струментальные средства современных (большей частью промышленных) СУБД. В Access ограниченный набор триггеров доступен только в проектах [3].

Основной задачей при реализации третьего этапа является определение базовых таблиц для сущностей и формирование связей в виде дополнительных полей базовых таблиц либо отдельных связных таблиц. При этом вначале формируются предварительные отношения по следующим правилам для случая бинарных связей.

Правило 1. Если степень бинарной связи равна 1:1 и класс принадлежности обеих сущностей является обязательным, то требуется только одно отношение. Первичным ключом этого отношения может быть ключ любой из двух сущностей.

Правило 2. Если степень бинарной связи равна 1:1 и класс принадлежности одной сущности является обязательным, а другой - необязательным, то необходимо построение двух отношений. Под каждую сущность необходимо выделение одного отношения, при этом ключ сущности должен служить первичным ключом для соответствующего отношения. Кроме того, ключ сущности, для которой класс принадлежности является необязательным, добавляется в качестве атрибута (внешнего ключа) в отношение, выделенное для сущности с обязательным классом принадлежности.

Правило 3. Если степень бинарной связи равна 1:1 и класс принадлежности обеих сущностей необязательный, то необходимо использовать три отношения: по одному для каждой сущности, ключи которых служат в качестве первичных в соответствующих отношениях, и одного для связи. Среди своих атрибутов связное отношение будет иметь ключи обеих сущностей (внешние ключи).

Правило 4. Если степень бинарной связи равна 1:n и класс принадлежности n-связной сущности является обязательным, то достаточным является использование двух отношений, по одному на каждую сущность, при условии, что ключ каждой сущности служит первичным ключом для соответствующего отношения. Дополнительно ключ 1-связной сущности должен быть добавлен как атрибут в отношение, отводимое n-связной сущности.

Правило 5. Если степень бинарной связи равна 1:n и класс принадлежности n-связной сущности является необязательным, то необходимо формирование трех отношений - по одному для каждой сущности (ключ каждой сущности служит первичным ключом соответствующего отношения) и связного отношения. Связное отношение должно иметь среди своих атрибутов внешние ключи от каждой сущности.

Правило 6. Если степень бинарной связи равна m:n, то для хранения данных требуются три отношения вне зависимости от класса принадлежности как первой, так и второй сущностей. Связное отношение должно иметь среди своих атрибутов внешние ключи от каждой из двух сущностей.

Правило 7. Для N-сторонних связей, вне зависимости от классов принадлежностей, требуется N+1 отношение: N отношений для сущностей и одно связное. Связное отношение должно иметь среди своих атрибутов внешние ключи от каждой из N сущностей

Имеется отдельное правило для случая, когда экземпляры сущности играют разные роли, т.е. имеют общие и специфические для каждой роли атрибуты. Эти правила приведены в [1, 2].

После формирования предварительных отношений, содержащих только первичные и внешние ключи, производится распределение остальных атрибутов. Оставшиеся нераспределенными по таблицам атрибуты можно разделить на два класса: атрибуты сущностей и атрибуты, имеющие отношение к нескольким сущностям (в нашем случае двум). Для сущности «Топливо» атрибутами первого класса будут: «Теплотворная способность», «Зольность», «Цена». Для сущности «Заказы» атрибутами первого класса будут: «Дата заказа», «Минимальное количество тепла», «Максимальное количество золы». Оставшийся нераспределенным атрибут «Количество топлива» не является атрибутом сущности «Топливо», т.к. это количество зависит от конкретного заказа. Не является он и атрибутом сущности «Заказы», т.к. этот атрибут все же связан с топливом. Таким образом, данный атрибут относится ко второму классу. Атрибуты второго класса размещаются обычно в связных таблицах, в данном случае в таблице «Топливо – заказы».

Исходя из правила №6, логическая схема базы данных для рассматриваемого примера будет содержать три таблицы – две базовые для сущностей «Топливо» и «Заказы» и одну связную, которую назовем «Топливо – заказы». Эти таблицы, приведенные ниже, помимо всего прочего, содержат обозначения (PK) и (FK) для первичных (от Primary Key) и внешних (от Foreign Key) ключей.

Топливо

<u>Сорт топлива</u> (PK)	Теплотворная способность	Зольность	Цена
1	10	0,02	10
2	8	0,04	5

Заказы

<u>Номер заказа</u> (PK)	Дата заказа	Минимальное количество тепла	Максимальное количество золы
1	01.01.06	3000	8
2	02.02.06	3000	9

Топливо – заказы

Сорт топлива (FK)	Номер заказа (FK)	Количество топлива
1	1	233,33
2	1	83,33
1	2	200,00
2	2	125,00

Эту базу можно расширять, вводя в нее другие заказы и другие сорта топлива. Поскольку база методологически правильно спроектирована, она свободна от аномалий включения, удаления и обновления данных, имеет относительно небольшую избыточность (за счет повторения данных во внешних ключах), к ней могут быть применены встроенные в СУБД средства контроля целостности данных [**].

Завершающим этапом проектирования является проверка полученных таблиц на их принадлежность нормальной форме Бойса-Кодда (НФБК). Нормальная форма Бойса-Кодда [] (НФБК) таблиц-отношений является усовершенствованной третьей нормальной формой и устраняет большинство возможных аномалий при выполнении операций вставки, удаления и обновления данных. Для того, чтобы таблица имела НФБК, необходимо, чтобы все функциональные зависимости между атрибутами данной таблицы обладали тем свойством, что их детерминанты являлись бы одновременно и возможными ключами таблицы.

Определение функциональной зависимости (ФЗ) $X \rightarrow Y$, $X \in A$, $Y \in A$ между подмножествами атрибутов X и Y из множества атрибутов отношения A (заголовка отношения R): говорят, что « X функционально определяет Y » или « Y функционально зависит от X », если в любом отношении R с этим заголовком не могут содержаться два кортежа, компоненты которого совпадают по всем атрибутам, принадлежащем множеству X , но не совпадают по одному или более атрибутам, принадлежащем множеству Y .

Определение детерминанта ФЗ: если $X \rightarrow Y$ есть ФЗ и Y не зависит функционально от любого подмножества X , то говорят, что X представляет собой детерминант Y .

Определение ключа отношения: ключом отношения называется один или несколько атрибутов, обладающих свойствами уникальности и минимальности, т.е. минимальным набором атрибутов таких, что значения всех в совокупности атрибутов конкретного кортежа (строки) таблицы уникально в данной таблице.

Определим ФЗ таблицы «Топливо». Очевидно, их всего три: *Сорт* $\rightarrow$ *Теплотворная способность*, *Сорт* $\rightarrow$ *Зольность*, *Сорт* $\rightarrow$ *Цена*. Все остальные сочетания атрибутов в левой и правой частях не связаны между собой функционально. Например, пара *Зольность* $\rightarrow$ *Цена* функционально не связаны, т.к., в принципе, могут существовать два сорта топли-

ва с одной и той же зольностью, но разной ценой из-за различия теплотворных способностей. А вот *Сорт* → *Зольность* функционально связаны, т.к. «Сорт» в данном случае – это уникальное сочетание теплотворной способности, зольности и цены и одному и тому же сорту не могут соответствовать две или более зольностей. Аналогично можно показать, что других ФЗ для данной таблицы нет.

Детерминантами указанных трех ФЗ является атрибут «Сорт», который одновременно является и возможным ключом таблицы. Таким образом, таблица-отношение «Топливо» находится в НФБК.

Для отношения «Заказ» также имеем три ФЗ:

Номер заказа → *Дата заказа*,

Номер заказа → *Минимальное количество тепла*,

Номер заказа → *Максимальное количество золы*.

Детерминантами этих ФЗ является атрибут «Номер заказа», который одновременно является ключом таблицы «Заказы». Следовательно, данная таблица также в НФБК.

Для отношения «Топливо-Заказы» имеем одну ФЗ, левая часть которой представляет собой множество атрибутов:

$\{Сорт топлива, Номер заказа\} \rightarrow Количество топлива$.

Очевидно, что пара атрибутов *Сорт топлива* → *Количество топлива* функционально не связаны, т.к., например, значению сорта «1» соответствует два значения «233,33» и «200,00», что противоречит определению функциональности. Поскольку сочетание $\{Сорт топлива, Номер заказа\}$ одновременно является и детерминантом зависимости $\{Сорт топлива, Номер заказа\} \rightarrow Количество топлива$ и ключом таблицы «Топливо-Заказы», данная таблица также находится в НФБК.

Для перехода к физическому уровню схемы определим типы и размеры (форматы) полей, имея в виду реализацию БД в Access. Указанные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Типы и размеры/форматы полей примера базы данных

Наименование поля	Тип поля	Размер/формат поля
Сорт топлива (РК)	Числовой	Байт
Теплотворная способность	Числовой	Одинарное с плавающей точкой
Зольность	Числовой	Одинарное с плавающей точкой
Цена	Числовой	Денежный
Номер заказа (РК)	Числовой	Байт
Дата заказа	Дата/время	Краткий формат

		даты
Минимальное количество тепла	Числовой	Одинарное с плавающей точкой
Максимальное количество золы	Числовой	Одинарное с плавающей точкой
Количество топлива	Числовой	Одинарное с плавающей точкой

На этом процесс проектирования БД задачи о сортах топлива можно считать завершенным. Дальнейшая работа связана с реализацией БД в выбранной СУБД. В процессе реализации должны быть созданы запросы, экранные формы, отчеты и другие объекты базы данных. Этот этап связан больше с разработкой приложений для конкретных пользователей, хотя в широком смысле его можно включать и в процесс проектирования базы данных.

Для создания указанных объектов в курсовой работе следует использовать методические указания [4 – 6].

4 ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

4.1 Варианты исходных данных для заданий

4.1.1 Задача о народнохозяйственном плане

Содержательная постановка.

Рассматривается плановый период из четырех лет, в котором производится продукция с использованием четырех одногодичных технологических способов. В каждом способе затрачиваются только два вида ресурсов: труд и производственные мощности.

Коэффициенты, характеризующие одногодичные технологические способы, следующие (здесь и далее коэффициенты для расходуемых ресурсов берутся со знаком минус, а для производимых - со знаком плюс):

Технологические способы	Труд	Производственные мощности	Продукт
1	-50 000	0	1000
2	-40 000	-20	1000
3	-30 000	-50	1000
4	-25 000	-70	1000

Трудовые ресурсы для каждого года одинаковы и равны 100 000 .

Производимый продукт частично расходуется на потребление, частично используется на создание новых производственных мощностей. Рассматривается четыре четырехгодичных способа создания новых мощностей. Каждый характеризуется затратами продукта (капиталовложениями) и вводом производственных мощностей по годам планового периода.

Ниже приведены данные по способам создания новых мощностей.

Капитальные вложения по Производственные мощности по го-

Способы создания мощностей	годам	дам			
5	-20		1	1	1
6		-20		1	1
7			-20		1
8				-20	

В приведенной выше таблице единичные коэффициенты означают наличие в данном году соответствующего способа создания новых мощностей. Выбытие производственных мощностей в связи с их износом не рассматривается.

Конечное потребление продукции по годам планового периода задано следующее: 1500, 1600, 1700, 1800. Расходуемые ресурсы производственных мощностей на первый год: -30 единиц.

Требуется найти такой план производства, при котором обеспечивается заданный уровень потребления по годам, а мощности к концу периода достигают максимального значения.

Математическая постановка.

Критерий:

$$z = x_5 + x_6 + x_7 + x_8 \rightarrow \max$$

Ограничения по трудовым ресурсам (левые и правые части неравенств разделены на 1000):

$$-50x_{11} - 40x_{21} - 30x_{31} - 25x_{41} \geq -100,$$

$$-50x_{12} - 40x_{22} - 30x_{32} - 25x_{42} \geq -100,$$

$$-50x_{13} - 40x_{23} - 30x_{33} - 25x_{43} \geq -100,$$

$$-50x_{14} - 40x_{24} - 30x_{34} - 25x_{44} \geq -100.$$

Ограничения по производственным мощностям:
для первого года:

$$-20x_{21} - 50x_{31} - 70x_{41} \geq -30;$$

для последующих лет:

$$-20x_{22} - 50x_{32} - 70x_{42} + x_5 + 30 \geq 0,$$

$$-20x_{23} - 50x_{33} - 70x_{43} + x_5 + x_6 + 30 \geq 0,$$

$$-20x_{24} - 50x_{34} - 70x_{44} + x_5 + x_6 + x_7 + 30 \geq 0.$$

Ограничения по продукции, используемой для потребления и для производства:

$$1000x_{11} + 1000x_{21} + 1000x_{31} + 1000x_{41} - 20x_5 \geq 1500,$$

$$1000x_{12} + 1000x_{22} + 1000x_{32} + 1000x_{42} - 20x_6 \geq 1600,$$

$$1000x_{13} + 1000x_{23} + 1000x_{33} + 1000x_{43} - 20x_7 \geq 1700,$$

$$1000x_{14} + 1000x_{24} + 1000x_{34} + 1000x_{44} - 20x_8 \geq 1800.$$

Условия неотрицательности:

$$x_{ij} \geq 0, \quad i, j = 1, 2, 3, 4, \quad x_k \geq 0, \quad k = 5, 6, 7, 8.$$

Здесь используются переменные: x_{ij} - количество продукции, изготавливаемой по i -му технологическому способу в j -м году;

x_5 - прирост производственных мощностей к концу первого года;

x_6 - прирост производственных мощностей к концу второго года;

x_7 - прирост производственных мощностей к концу третьего года;

x_8 - прирост производственных мощностей к концу четвертого года.

Все переменные по смыслу - неотрицательные.

Исходные данные для пакета.

Переменные перенумерованы следующим образом (слева - в приведенной выше постановке задачи, справа - в исходных данных):

x11-x1, x12-x2, x13-x3, x14-x4, x21-x5, x22-x6, x23-x7, x24-x8, x31-x9, x32-x10, x33-x11, x34-x12, x41-x13, x42-x14, x43-x15, x44-x16, x5-x17, x6-x18, x7-x19, x8-x20.

Исходные данные для задачи находятся в файле **k64.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ E:\Simplex\k64

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 10:52:16

Постановка задачи

$Z = +1x_{17} + 1x_{18} + 1x_{19} + 1x_{20} \rightarrow \max$
 $-50x_1 - 40x_5 - 30x_9 - 25x_{13} \geq -100$
 $-50x_2 - 40x_6 - 30x_{10} - 25x_{14} \geq -100$
 $-50x_3 - 40x_7 - 30x_{11} - 25x_{15} \geq -100$
 $-50x_4 - 40x_8 - 30x_{12} - 25x_{16} \geq -100$
 $-20x_5 - 50x_9 - 70x_{13} \geq -30$
 $-20x_6 - 50x_{10} - 70x_{14} + 1x_{17} \geq -30$
 $-20x_7 - 50x_{11} - 70x_{15} + 1x_{17} + 1x_{18} \geq -30$
 $-20x_8 - 50x_{12} - 70x_{16} + 1x_{17} + 1x_{18} + 1x_{19} \geq -30$
 $1000x_1 + 1000x_5 + 1000x_9 + 1000x_{13} - 20x_{17} \geq 1500$
 $+1000x_2 + 1000x_6 + 1000x_{10} + 1000x_{14} - 20x_{18} \geq 1600$
 $+1000x_3 + 1000x_7 + 1000x_{11} + 1000x_{15} - 20x_{19} \geq 1700$
 $+1000x_4 + 1000x_8 + 1000x_{12} + 1000x_{16} - 20x_{20} \geq 1800$
 $x \geq 0$

Соответствие переменных задачи:

x1=x11 x2=x12 x3=x13 x4=x14 x5=x21 x6=x22 x7=x23 x8=x24 x9=x31 x10=x32 x11=x33 x12=x34
x13=x41 x14=x42 x15=x43 x16=x44 x17=x5 x18=x6 x19=x7 x20=x8

Оптимальное решение

x1=0.800 x2=0 x3=0 x4=0 x5=1.500 x6=2.071 x7=0.954 x8=0 x9=0 x10=0.571 x11=2.061
x12=2.709 x13=0 x14=0 x15=0 x16=0.750 x17=40.000 x18=52.143 x19=65.765 x20=82.914

Оптимальное значение критерия: 240.822

**Расчеты производились при уровне обнуления Eps= 0.0000000
и с выбором ведущего столбца по первому слева {cj}, cj<0**

4.1.2 Задача максимизации выпуска комплектов изделий

Содержательная постановка.

На предприятии имеется 5 типов станков и надо выпустить два вида изделий. Комплект состоит из двух изделий первого вида и одного изделия второго вида. Количества станков по типам: 5, 3, 40, 9, 2.

Возможности производства за месяц изделий первого вида в штуках на станках перечисленных типов: 100, 400, 20, 200, 600. Аналогичные данные по изделиям второго вида: 15, 200, 2.5, 50, 250. Пусть x_{ij} - количество станков j -го вида, которые будут производить изделия i -го вида.

Определить такие x_{ij} , при которых количество S выпущенных за месяц комплектов максимально.

При проектировании БД предусмотреть возможность других количеств станков, изделий и составов комплектов.

Математическая постановка.

Критерий:

$$z = S \rightarrow \max.$$

Ограничения:

$$\frac{100x_{11} + 400x_{12} + 20x_{13} + 200x_{14} + 600x_{15}}{2} \geq S,$$

$$15x_{21} + 200x_{22} + 2.5x_{23} + 50x_{24} + 250x_{25} \geq S,$$

$$x_{11} + x_{21} = 5,$$

$$x_{12} + x_{22} = 3,$$

$$x_{13} + x_{23} = 40,$$

$$x_{14} + x_{24} = 9,$$

$$x_{15} + x_{25} = 2.$$

Условия неотрицательности:

$$x_{ij} \geq 0, \quad i, j = 1, 2, 3, 4, \quad S \geq 0.$$

Исходные данные для пакета.

Переменные перенумерованы следующим образом (слева - в приведенной выше постановке задачи, справа - в исходных данных):

$x_{11}-x_1, x_{12}-x_2, x_{13}-x_3, x_{14}-x_4, x_{15}-x_5, x_{21}-x_6, x_{22}-x_7, x_{23}-x_8, x_{24}-x_9, x_{25}-x_{10}, S-x_{11}.$

Исходные данные для задачи находятся в файле **k111.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ E:\Simplex\k111

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 11:11:57

Постановка задачи

$$Z=+1x_{11} \rightarrow \max$$

$$50x_1 + 200x_2 + 10x_3 + 100x_4 + 300x_5 - 1x_{11} \geq 0$$

$$+15x_6 + 200x_7 + 25x_8 + 50x_9 + 250x_{10} - 1x_{11} \geq 0$$

$$1x_1 + 1x_5 = 5$$

$$+1x_2 + 1x_6 = 3$$

$$+1x_3 + 1x_7 = 40$$

$$+1x_4 + 1x_8 = 9$$

$$+1x_5 + 1x_9 = 2$$

$$x_i \geq 0$$

Соответствие переменных задачи:

$$x_1=x_{11} \quad x_2=x_{12} \quad x_3=x_{13} \quad x_4=x_{14} \quad x_5=x_{15} \quad x_6=x_{21} \quad x_7=x_{22} \quad x_8=x_{23} \quad x_9=x_{24} \quad x_{10}=x_{25} \quad x_{11}=S$$

Оптимальное решение

$$x_1=3.000 \quad x_2=3.000 \quad x_3=40.000 \quad x_4=9.000 \quad x_5=2.000 \quad x_6=0 \quad x_7=0 \quad x_8=0 \quad x_9=0 \quad x_{10}=10.600 \quad x_{11}=2650.000$$

Оптимальное значение критерия: 2650.000

Расчеты производились при уровне обнуления Eps= 0.0000100

и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.3 Задача максимизации прибыли

Содержательная постановка.

Предприятие может выпускать изделия четырех видов. Все изделия имеют неограни-

ченный сбыт и предприятие может самостоятельно планировать ассортимент и величину выпуска.

Лимитирующим фактором являются три группы оборудования, плановый фонд времени которых задан и не может быть превышен. Известны нормы времени на обработку каждого вида изделий на оборудовании каждой группы, а также величина прибыли, получаемой предприятием за единицу отдельных изделий. Эти данные сведены в таблицу.

Группы оборудова- ния	Время в минутах на изделие	Месячный фонд времени(мин.)
1	1 2 4 8	24000
2	3 5 1 0	12000
3	6 0 3 1	30000
Прибыль на изделие	0.4 0.2 0.5 0.8	-

Требуется составить месячный план производства изделий, максимизирующий прибыль.

Математическая постановка.

Критерий:

$$z=0.4x_1+0.2x_2+0.5x_3+0.8x_4 \rightarrow \max.$$

Ограничения:

$$\begin{aligned} x_1+2x_2+4x_3+8x_4 &\leq 24000, \\ 3x_1+5x_2+x_3 &\leq 12000, \\ 6x_1+3x_2+x_3+x_4 &\leq 30000. \end{aligned}$$

Условия неотрицательности:

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0.$$

Исходные данные для пакета:

Исходные данные находятся в файле **t113.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ E:\Simplex\t113
ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 11:36:35

Постановка задачи

$Z = 0.4x_1 + 0.2x_2 + 0.5x_3 + 0.8x_4 \rightarrow \max$
 $1x_1 + 2x_2 + 4x_3 + 8x_4 \leq 24000$
 $3x_1 + 5x_2 + 1x_3 \leq 12000$
 $6x_1 + 3x_2 + 1x_4 \leq 30000$
 $x \geq 0$

Соответствие переменных задачи:
 $x_1 = x_{11}$ $x_2 = x_{12}$ $x_3 = x_{13}$ $x_4 = x_{14}$

Оптимальное решение

$x_1 = 4000.000$ $x_2 = 0$ $x_3 = 0$ $x_4 = 2500.000$

Оптимальное значение критерия: 3600.000

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps = 0.0000000$
и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.4 Задача максимизации производительности оборудования

Содержательная постановка.

Три механизма могут выполнять три вида земляных работ. В таблице указаны: фонд рабочего времени каждого механизма в машино-часах и производительности в куб. метрах на один час работы механизма.

Механизмы	Работа 1	Работа 2	Работа 3	Фонд времени
1	20	10	15	200
2	40	30	35	180
3	50	40	30	250

Требуется составить план загрузки оборудования, при котором суммарная производительность оборудования окажется максимальной.

Математическая постановка.

Пусть x_{ij} - время работы j -го механизма на i -й работе.

Критерий:

$z = 20x_{11} + 10x_{12} + 15x_{13} + 40x_{21} + 30x_{22} + 35x_{23} + 50x_{31} + 40x_{32} + 30x_{33} \rightarrow \max.$

Ограничения:

$x_{11} + x_{12} + x_{13} \leq 200,$
 $x_{21} + x_{22} + x_{23} \leq 180,$
 $x_{31} + x_{32} + x_{33} \leq 250.$

Условия неотрицательности:

$x_{ij} \geq 0, i, j = 1, 2, 3.$

Исходные данные для пакета.

Переменные перенумерованы следующим образом (слева - в приведенной выше постановке задачи, справа - в исходных данных): $x_{11}-x_1$, $x_{12}-x_2$, $x_{13}-x_3$, $x_{21}-x_4$, $x_{22}-x_5$, $x_{23}-x_6$.

Исходные данные для задачи находятся в файле **t168_a.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ E:\Simplex\t168_a.lpr

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 11:46:51

Постановка задачи

$Z=20.000x_1+10.000x_2+15.000x_3+40.000x_4+30.000x_5+35.000x_6+50.000x_7+40.000x_8+30.000x_9$ ---
>max
 $1.000x_1+1.000x_2+1.000x_3 \leq 200.000$
 $+1.000x_4+1.000x_5+1.000x_6 \leq 180.000$
 $+1.000x_7+1.000x_8+1.000x_9 \leq 250.000$
 $x \geq 0$

Соответствие переменных задачи:

$x_1=x_{11}$ $x_2=x_{12}$ $x_3=x_{13}$ $x_4=x_{21}$ $x_5=x_{22}$ $x_6=x_{23}$ $x_7=x_{31}$ $x_8=x_{32}$ $x_9=x_{33}$

Оптимальное решение

$x_1=200.000$ $x_2=0$ $x_3=0$ $x_4=180.000$ $x_5=0$ $x_6=0$ $x_7=250.000$ $x_8=0$ $x_9=0$

Оптимальное значение критерия: 23700.000

Расчеты производились при уровне обнуления Eps= 0.0000000
и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.5 Задача максимизации объема работ

Содержательная постановка.

Три механизма могут выполнять три вида земляных работ. В таблице указаны: фонд рабочего времени каждого механизма в машино-часах и производительности в куб. метрах на один час работы механизма..

Механизмы	Работа 1	Работа 2	Работа 3	Фонд времени
1	20	10	15	200
2	40	30	35	180
3	50	40	30	250

Требуется составить план загрузки оборудования, при котором соблюдается условие комплектности $b_1:b_2:b_3=1:2:3$, а суммарный объем работ - максимален (здесь b_1 , b_2 , b_3 - объемы работ первого, второго и третьего видов).

Математическая постановка.

Пусть x_{ij} - время работы j-го механизма на i-й работе.

Критерий:

$z=S \rightarrow \max$.

Ограничения:

$20x_{11}+40x_{21}+50x_{31}=S$,
 $10x_{12}+30x_{22}+40x_{32}=2S$,
 $15x_{13}+35x_{23}+30x_{33}=3S$,
 $x_{11}+x_{12}+x_{13} \leq 200$,

$$\begin{aligned}x_{21}+x_{22}+x_{23} &\leq 180, \\x_{31}+x_{32}+x_{33} &\leq 250.\end{aligned}$$

Условия неотрицательности:

$$x_{ij} \geq 0, \quad i, j = 1, 2, 3.$$

Исходные данные для пакета.

Переменные перенумерованы следующим образом (слева - в приведенной выше постановке задачи, справа - в исходных данных): $x_{11}-x_1$, $x_{12}-x_2$, $x_{13}-x_3$, $x_{21}-x_4$, $x_{22}-x_5$, $x_{23}-x_6$, $x_{31}-x_7$, $x_{32}-x_8$, $x_{33}-x_9$, $S-x_{10}$.

Исходные данные для задачи находятся в файле **t168_b.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ E:\Simplex\t168_b

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 11:54:06

Постановка задачи

$$\begin{aligned}Z &= +1x_{10} \rightarrow \max \\20x_1 + 40x_4 + 50x_7 - 1x_{10} &= 0 \\+10x_2 + 30x_5 + 40x_8 - 2x_{10} &= 0 \\+15x_3 + 35x_6 + 30x_9 - 3x_{10} &= 0 \\1x_1 + 1x_2 + 1x_3 &\leq 200 \\+1x_4 + 1x_5 + 1x_6 &\leq 180 \\+1x_7 + 1x_8 + 1x_9 &\leq 250 \\x &\geq 0\end{aligned}$$

Соответствие переменных задачи:

$$x_1=x_{11} \quad x_2=x_{12} \quad x_3=x_{13} \quad x_4=x_{21} \quad x_5=x_{22} \quad x_6=x_{23} \quad x_7=x_{31} \quad x_8=x_{32} \quad x_9=x_{33} \quad x_{10}=S$$

Оптимальное решение

$$\begin{aligned}x_1=0 \quad x_2=0 \quad x_3=200.000 \quad x_4=0 \quad x_5=0 \quad x_6=180.000 \quad x_7=65.882 \quad x_8=164.706 \quad x_9=19.412 \\x_{10}=3294.118\end{aligned}$$

Оптимальное значение критерия: 3294.118

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps = 0.0000000$ и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.6. Задача минимизации суммарных затрат

Содержательная постановка.

Три механизма могут выполнять три вида земляных работ. В таблице указаны: фонд рабочего времени каждого механизма в машино-часах, и затраты в рублях на один час работы механизма.

Механизмы	Работа 1	Работа 2	Работа 3	Фонд времени
1	2	3	1.5	200
2	4	5	4	180
3	7	6	5	250

Требуется составить план загрузки оборудования, при котором объем выполненных работ окажется максимальным. Смотри также задачи с этим же условием, но другими целями a, b, d.

Математическая постановка.

Пусть x_{ij} - время работы j -го механизма на i -й работе

Критерий:

$$z = 2x_{11} + 3x_{12} + 1.5x_{13} + 4x_{21} + 5x_{22} + 4x_{23} + 7x_{31} + 6x_{32} + 5x_{33} \rightarrow \max.$$

Ограничения:

$$\begin{aligned} 20x_{11} + 40x_{21} + 50x_{31} &= 6000, \\ 10x_{12} + 30x_{22} + 40x_{32} &= 5000, \\ 15x_{13} + 35x_{23} + 30x_{33} &= 5600, \\ x_{11} + x_{12} + x_{13} &\leq 200, \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} &\leq 180, \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} &\leq 250. \end{aligned}$$

Условия неотрицательности:

$$x_{ij} \geq 0, \quad i, j = 1, 2, 3.$$

Исходные данные для пакета.

Переменные перенумерованы следующим образом (слева - в приведенной выше постановке задачи, справа - в исходных данных): x_{11} - x_1 , x_{12} - x_2 , x_{13} - x_3 , x_{21} - x_4 , x_{22} - x_5 , x_{23} - x_6 , x_{31} - x_7 , x_{32} - x_8 , x_{33} - x_9 .

Исходные данные для задачи находятся в файле **t168_c.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ E:\Simplex\t168_c

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 12:11:33

Постановка задачи

$$\begin{aligned} Z &= 2x_1 + 3x_2 + 1.5x_3 + 4x_4 + 5x_5 + 4x_6 + 7x_7 + 6x_8 + 5x_9 \rightarrow \max \\ 20x_1 + 40x_4 + 50x_7 &= 6000 \\ +10x_2 + 30x_5 + 40x_8 &= 5000 \\ +15x_3 + 35x_6 + 30x_9 &= 5600 \\ x_1 + x_2 + x_3 &\leq 200 \\ +1x_4 + 1x_5 + 1x_6 &\leq 180 \\ +1x_7 + 1x_8 + 1x_9 &\leq 250 \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$

Соответствие переменных задачи:

$$x_1 = x_{11} \quad x_2 = x_{12} \quad x_3 = x_{13} \quad x_4 = x_{21} \quad x_5 = x_{22} \quad x_6 = x_{23} \quad x_7 = x_{31} \quad x_8 = x_{32} \quad x_9 = x_{33}$$

Оптимальное решение

$x_1=0$ $x_2=200.000$ $x_3=0$ $x_4=0$ $x_5=100.000$ $x_6=48.571$ $x_7=120.000$ $x_8=0$ $x_9=130.000$

Оптимальное значение критерия: 2784.286

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps=0.0000000$
и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.7 Задача минимизации суммарного времени работы механизмов

Содержательная постановка.

Три механизма могут выполнять три вида земляных работ. В таблице указаны: фонд рабочего времени каждого механизма в машино-часах, производительности в куб. метрах на один час работы механизма.

Механизмы	Работа 1	Работа 2	Работа 3	Фонд времени
1	20	10	15	200
2	40	30	35	180
3	50	40	30	250

Требуется составить план загрузки оборудования, при котором при заданных объемах выполненных работ 6000, 5000, 5600 суммарное время работы механизмов окажется минимальным. .

Математическая постановка.

Пусть x_{ij} - время работы j -го механизма на i -й работе

Критерий:

$$z = x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{31} + x_{32} + x_{33} \rightarrow \min.$$

Ограничения:

$$\begin{aligned} 20x_{11} + 40x_{21} + 50x_{31} &= 6000, \\ 10x_{12} + 30x_{22} + 40x_{32} &= 5000, \\ 15x_{13} + 35x_{23} + 30x_{33} &= 5600, \\ x_{11} + x_{12} + x_{13} &\leq 200, \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} &\leq 180, \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} &\leq 250. \end{aligned}$$

Условия неотрицательности:

$$x_{ij} \geq 0, i, j = 1, 2, 3.$$

Исходные данные для пакета.

Переменные перенумерованы следующим образом (слева - в приведенной выше постановке задачи, справа - в исходных данных): $x_{11}-x_1, x_{12}-x_2, x_{13}-x_3, x_{21}-x_4, x_{22}-x_5, x_{23}-x_6, x_{31}-x_7, x_{32}-x_8, x_{33}-x_9$.

Исходные данные для задачи находятся в файле **t168_d.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ E:\Simplex\t168_d

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 12:19:04

Постановка задачи

$$Z=1x_1+1x_2+1x_3+1x_4+1x_5+1x_6+1x_7+1x_8+1x_9 \rightarrow \min$$

$$20x_1+40x_4+50x_7 = 6000$$

$$+10x_2+30x_5+40x_8 = 5000$$

$$+15x_3+35x_6+30x_9 = 5600$$

$$1x_1+1x_2+1x_3 \leq 200$$

$$+1x_4+1x_5+1x_6 \leq 180$$

$$+1x_7+1x_8+1x_9 \leq 250$$

$$x_i \geq 0$$

Соответствие переменных задачи:

$$x_1=x_{11} \quad x_2=x_{12} \quad x_3=x_{13} \quad x_4=x_{21} \quad x_5=x_{22} \quad x_6=x_{23} \quad x_7=x_{31} \quad x_8=x_{32} \quad x_9=x_{33}$$

Оптимальное решение

$$x_1=0 \quad x_2=0 \quad x_3=0 \quad x_4=0 \quad x_5=0 \quad x_6=160.000 \quad x_7=120.000 \quad x_8=125.000 \quad x_9=0$$

Оптимальное значение критерия: 405.000

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps=0.0000000$
и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}$, $c_j < 0$

4.1.8 Задача минимизации времени выполнения плана

Содержательная постановка.

Производству задан план по номенклатуре: требуется изготовить 50 единиц продукции первого вида, 30 - второго вида, 45 - третьего вида. Каждый из видов продукции производится двумя машинами, производительность которых задана. Числа в таблице указывают время, необходимое для изготовления единицы продукции определенного вида.

Машины	Продукция 1	Продукция 2	Продукция 3
1	4	10	10
2	6	8	20

Требуется составить план загрузки оборудования, при котором время выполнения работ окажется минимальным.

Математическая постановка.

Пусть x_{ij} - время работы i -й машины при выпуске j -й продукции

Критерий:

$$z=S \rightarrow \min.$$

Ограничения:

$$x_{11}+x_{21}=50,$$

$$x_{12}+x_{22}=30,$$

$$x_{13}+x_{23}=45,$$

$$4x_{11}+10x_{12}+10x_{13} \leq S,$$

$$6x_{21}+8x_{22}+20x_{23} \leq S,$$

Условия неотрицательности:

$$x_{ij} \geq 0, \quad i=1,2; \quad j=1,2,3.$$

Исходные данные для пакета.

Переменные перенумерованы следующим образом (слева - в приведенной выше постановке задачи, справа - в исходных данных): x_{11} - x_1 , x_{12} - x_2 , x_{13} - x_3 , x_{21} - x_4 , x_{22} - x_5 , x_{23} - x_6 , x_{31} - x_7 , x_{32} - x_8 , x_{33} - x_9 , S - x_{10} .

Исходные данные для задачи находятся в файле **t169.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ E:\Simplex\t169

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 12:24:52

Постановка задачи

$Z = +1x_7 \rightarrow \min$
 $1x_1 + 1x_4 = 50$
 $+1x_2 + 1x_5 = 30$
 $+1x_3 + 1x_6 = 45$
 $4x_1 + 10x_2 + 10x_3 - 1x_7 \leq 0$
 $+6x_4 + 8x_5 + 20x_6 - 1x_7 \leq 0$
 $x \geq 0$

Соответствие переменных задачи:

$x_1 = x_{11}$ $x_2 = x_{12}$ $x_3 = x_{21}$ $x_4 = x_{22}$ $x_5 = x_{31}$ $x_6 = x_{32}$ $x_7 = S$

Оптимальное решение

$x_1 = 9.000$ $x_2 = 0$ $x_3 = 45.000$ $x_4 = 41.000$ $x_5 = 30.000$ $x_6 = 0$ $x_7 = 486.000$

Оптимальное значение критерия: 486.000

4.1.9 Задача оптимального раскроя

Содержательная постановка.

На деревообрабатывающий комбинат поступили две партии досок - 50 шт. длиной по 6.5 м каждая и 200 шт. длиной по 4 м. каждая. Из этих партий досок надо изготовить комплекты из двух заготовок по 2 м каждая и одной заготовки длиной 1.25 м. Требуется так распилить доски, чтобы получить максимальное количество полных комплектов.

Математическая постановка.

Определим вначале возможные варианты раскроя каждого из видов досок.

Для доски длиной 6.5 м: 1 вариант - три заготовки по 2 м;

2 вариант - две заготовки по 2 м, две - по 1.25 м;

3 вариант - одна заготовка по 2 м, три заготовки по 1.25 м;

4 вариант - пять заготовок по 1.25 м.

Для доски длиной 4 м: 1 вариант - две заготовки по 2 м;

2 вариант - одна заготовка по 2 м, одна - по 1.25 м;

3 вариант - три заготовки по 1.25 м.

Введем переменные x_{ij} - количество досок i -го вида ($i=1,2$), раскраиваемых по j -му варианту (для $i=1$ $j=1,2,3,4$; для $i=2$ $j=1,2,3$), S -количество комплектов.

Критерий:

$z = S \rightarrow \max$.

Ограничения:

$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 50$,
 $x_{21} + x_{22} + x_{23} = 200$,
 $3x_{11} + 2x_{12} + x_{13} + 2x_{21} + x_{22} \geq 2S$,

$$2x_{12}+3x_{13}+5x_{14}+x_{22}+3x_{23} \geq S.$$

Условия неотрицательности:

$$x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{21}, x_{22}, x_{23}, S \geq 0.$$

Исходные данные для пакета.

Переменные перенумерованы следующим образом (слева - в приведенной выше постановке задачи, справа - в исходных данных): $x_{11}-x_1$, $x_{12}-x_2$, $x_{13}-x_3$, $x_{14}-x_4$, $x_{21}-x_5$, $x_{22}-x_6$, $x_{23}-x_7$, $S-x_8$.

Исходные данные для задачи находятся в файле **k126.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ E:\Simplex\k126

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 12:34:08

Постановка задачи

$$Z = +1x_8 \rightarrow \max$$

$$1x_1 + 1x_2 + 1x_3 + 1x_4 = 50$$

$$+1x_5 + 1x_6 + 1x_7 = 200$$

$$3x_1 + 2x_2 + 1x_3 + 2x_6 + 1x_7 - 2x_8 \geq 0$$

$$2x_1 + 3x_3 + 5x_4 + 1x_6 + 3x_7 - 1x_8 \geq 0$$

$$x \geq 0$$

Соответствие переменных задачи:

$$x_1 = x_{11} \quad x_2 = x_{12} \quad x_3 = x_{13} \quad x_4 = x_{14} \quad x_5 = x_{21} \quad x_6 = x_{22} \quad x_7 = x_{23} \quad x_8 = S$$

Оптимальное решение

$$x_1 = 50.000 \quad x_2 = 0 \quad x_3 = 0 \quad x_4 = 0 \quad x_5 = 0 \quad x_6 = 200.000 \quad x_7 = 0 \quad x_8 = 275.000$$

Оптимальное значение критерия: 275.000

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps = 0.0000000$

и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.10 Задача оперативного календарного планирования

Содержательная постановка.

Пусть на одном станке обрабатывается шесть видов деталей. Часовая производительность станка по деталям следующая: 20, 10, 10, 15, 20, 10 дет./час. План производства деталей в год следующий: 600, 600, 600, 600, 600, 600, 1200 штук.

Имеется 20 возможных инструментальных наборов, каждый из которых предназначен для обработки определенного сочетания деталей. В таблице приведены производительности станка для каждой детали и каждого инструментального набора.

№ дет.	Номер варианта инструментального набора																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	20	20	20	20	20										20					
2	10	10				10	10	10	10							10				
3			10	10						10	10	10	10				10			
4		15		15	15	15	15			15	15			15				15		
5							20	20			20	20		20					20	
6									10				10							10

Определить времена работы станка с каждым из наборов инструментов, при которых за минимальное время выполняется плановое задание.

Математическая постановка.

Пусть $x_j, j=1,2,\dots,20$ - времена работы станка с каждым из наборов.

Критерий:

$$z=x_1+x_2+x_3+\dots+x_{20}\rightarrow\min.$$

Ограничения:

$$\begin{aligned}20x_1+20x_2+20x_3+20x_4+20x_5+20x_{15}&=600, \\10x_1+10x_2+10x_6+10x_7+10x_8+10x_9+10x_{16}&=600, \\10x_3+10x_4+10x_{10}+10x_{11}+10x_{12}+10x_{13}+10x_{17}&=600, \\15x_2+15x_4+15x_5+15x_6+15x_7+15x_{10}+15x_{11}+15x_{14}+15x_{18}&=600, \\20x_7+20x_8+20x_{11}+20x_{12}+20x_{14}+20x_{19}&=600, \\10x_9+10x_{13}+10x_{20}&=1200.\end{aligned}$$

Условия неотрицательности:

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_{20} \geq 0.$$

Исходные данные для пакета.

Исходные данные для решения задачи находятся в файле **k138.lpr**.
ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ E:\Simplex\k138
ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 12:54:54

Постановка задачи

$$\begin{aligned}Z=1x_1+1x_2+1x_3+1x_4+1x_5+1x_6+1x_7+1x_8+1x_9+1x_{10}+1x_{11}+1x_{12}+1x_{13}+1x_{14}+1x_{15}+1x_{16}+1x_{17}+1x_{18}+1x_{19}+1x_{20}\rightarrow\min \\20x_1+20x_2+20x_3+20x_4+20x_5-1x_{10}+20x_{15} &= 600 \\10x_1+10x_2+10x_6+10x_7+10x_8+10x_9+10x_{16} &= 600 \\+10x_3+10x_4+10x_{10}+10x_{11}+10x_{12}+10x_{17} &= 600 \\+15x_2+15x_4+15x_5+15x_6+15x_7+15x_{10}+15x_{11}+15x_{14}+15x_{18} &= 600 \\+20x_7+20x_8+20x_{11}+20x_{12}+20x_{14}+20x_{19} &= 600 \\+10x_9+10x_{13}+10x_{20} &= 1200 \\x &\geq 0\end{aligned}$$

Оптимальное решение

$$\begin{aligned}x_1=0 \ x_2=0 \ x_3=0 \ x_4=30.000 \ x_5=0 \ x_6=0 \ x_7=0 \ x_8=0 \ x_9=60.000 \ x_{10}=0.000 \ x_{11}=10.000 \ x_{12}=20.000 \\x_{13}=60.000 \ x_{14}=0 \ x_{15}=0 \ x_{16}=0 \ x_{17}=0 \ x_{18}=0 \ x_{19}=0 \ x_{20}=0\end{aligned}$$

Оптимальное значение критерия: 180.000

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps= 0.0000000$
и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.11 Задача планирования ассортимента

Содержательная постановка.

Предприятие может выпускать три модели обуви. Оно должно запланировать ассортимент с целью максимизации прибыли при условии, что фонд использования оборудования не превысит 710 единиц, сырья - 780 единиц и будет выпущено не менее 266 пар обуви. Прибыль, получаемая от продажи моделей обуви - соответственно 3, 4, 2 денежных единицы. Нормы расхода фондов оборудования и сырья в расчете на одну пару обуви составляют: для первой модели - 2 и 3, для второй модели - 1 и 3, для третьей модели - 5 и 2 соответственно.

Математическая постановка.

Пусть x_1 , x_2 , x_3 - количества пар обуви в ассортиментном плане.

Критерий:

$$z = 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 \rightarrow \max.$$

Ограничения:

$$\begin{aligned} 2x_1 + x_2 + 5x_3 &\leq 780, \\ 3x_1 + 3x_2 + 2x_3 &\leq 710, \\ x_1 + x_2 + x_3 &\geq 266. \end{aligned}$$

Условия неотрицательности:

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0.$$

Исходные данные для пакета.

Исходные данные для решения задачи находятся в файле **t228.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ E:\Simplex\t228

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 12:59:41

Постановка задачи

$$\begin{aligned} Z &= 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 \rightarrow \max \\ 2x_1 + 1x_2 + 5x_3 &\leq 780 \\ 3x_1 + 3x_2 + 2x_3 &\leq 710 \\ 1x_1 + 1x_2 + 1x_3 &\geq 266 \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$

Оптимальное решение

$$x_1 = 0 \quad x_2 = 178.000 \quad x_3 = 88.000$$

Оптимальное значение критерия: 888.000

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps = 0.0000000$ и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.12 Задача о назначении

Содержательная постановка.

Имеется 5 работ и 5 человек, каждый из которых может выполнить любую из этих работ, но с различными производительностями. Производительности c_{ij} выполнения i -м человеком j -й работы заданы матрицей C :

3	4	2	2	1
4	5	3	1	3
4	3	1	1	1
3	1	2	2	2
1	3	1	2	1

Предполагается, что каждая работа выполняется только одним человеком, а один че-

людей выполняет только одну работу.

Требуется назначить людей на работы таким образом, чтобы суммарная их производительность была максимальной.

Математическая постановка.

Введем переменные x_{ij} со значениями из множества $\{0, 1\}$. При этом $x_{ij}=1$ означает, что i -й человек назначен на j -ю работу, $x_{ij}=0$ - не назначен.

Критерий:

$$\begin{aligned} z = & 3x_{11} + 4x_{12} + 2x_{13} + 2x_{14} + 1x_{15} + \\ & 4x_{21} + 5x_{22} + 3x_{23} + 1x_{24} + 3x_{25} + \\ & 4x_{31} + 3x_{32} + 1x_{33} + 1x_{34} + 1x_{35} + \\ & 3x_{41} + 1x_{42} + 2x_{43} + 2x_{44} + 2x_{45} + \\ & 1x_{51} + 3x_{52} + 1x_{53} + 2x_{54} + 1x_{55} \rightarrow \max. \end{aligned}$$

Ограничения:

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} &= 1, \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} &= 1, \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} &= 1, \\ x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} &= 1, \\ x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} + x_{55} &= 1, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51} &= 1, \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} + x_{52} &= 1, \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} + x_{53} &= 1, \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} + x_{54} &= 1, \\ x_{15} + x_{25} + x_{35} + x_{45} + x_{55} &= 1. \end{aligned}$$

Условия неотрицательности:

$$x_{ij} \geq 0, \quad i, j = 1, 2, 3, 4, 5.$$

Исходные данные для пакета.

Переменные перенумерованы следующим образом (слева - в приведенной выше постановке задачи, справа - в исходных данных):

$$\begin{aligned} & x_{11}-x_1, x_{12}-x_2, x_{13}-x_3, x_{14}-x_4, x_{15}-x_5, \quad x_{21}-x_6, x_{22}-x_7, x_{23}-x_8, x_{24}-x_9, x_{25}-x_{10}, \\ & x_{31}-x_{11}, x_{32}-x_{12}, x_{33}-x_{13}, x_{34}-x_{14}, x_{35}-x_{15}, \quad x_{41}-x_{16}, x_{42}-x_{17}, x_{43}-x_{18}, x_{44}-x_{19}, x_{45}-x_{20}, \\ & x_{51}-x_{21}, x_{52}-x_{22}, x_{53}-x_{23}, x_{54}-x_{24}, x_{55}-x_{25}. \end{aligned}$$

Исходные данные для задачи находятся в файле **z161.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ D:\TK\Simplex\z161

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 15:49:50

Постановка задачи

$$\begin{aligned} Z = & 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 + 2x_4 + 1x_5 + 4x_6 + 5x_7 + 3x_8 + 1x_9 + 3x_{10} + 4x_{11} + 3x_{12} + 1x_{13} + 1x_{14} + 1x_{15} + 3x_{16} + 1x_{17} + 2x_{18} + \\ & 2x_{19} + 2x_{20} + 1x_{21} + 3x_{22} + 1x_{23} + 2x_{24} + 1x_{25} \rightarrow \max \\ & 1x_1 + 1x_2 + 1x_3 + 1x_4 + 1x_5 = 1 \\ & + 1x_6 + 1x_7 + 1x_8 + 1x_9 + 1x_{10} = 1 \\ & + 1x_{11} + 1x_{12} + 1x_{13} + 1x_{14} + 1x_{15} = 1 \\ & + 1x_{16} + 1x_{17} + 1x_{18} + 1x_{19} + 1x_{20} = 1 \\ & + 1x_{21} + 1x_{22} + 1x_{23} + 1x_{24} + 1x_{25} = 1 \\ & 1x_1 + 1x_6 + 1x_{11} + 1x_{16} + 1x_{21} = 1 \\ & + 1x_2 + 1x_7 + 1x_{12} + 1x_{17} + 1x_{22} = 1 \\ & + 1x_3 + 1x_8 + 1x_{13} + 1x_{18} + 1x_{23} = 1 \\ & + 1x_4 + 1x_9 + 1x_{14} + 1x_{19} + 1x_{24} = 1 \\ & + 1x_5 + 1x_{10} + 1x_{15} + 1x_{20} + 1x_{25} = 1 \end{aligned}$$

$x \geq 0$

Соответствие переменных задачи:

$x_1=x_{11}$ $x_2=x_{12}$ $x_3=x_{13}$ $x_4=x_{14}$ $x_5=x_{15}$ $x_6=x_{21}$ $x_7=x_{22}$ $x_8=x_{23}$ $x_9=x_{24}$ $x_{10}=x_{25}$ $x_{11}=x_{31}$ $x_{12}=x_{32}$
 $x_{13}=x_{33}$ $x_{14}=x_{34}$ $x_{15}=x_{35}$ $x_{16}=x_{41}$ $x_{17}=x_{42}$ $x_{18}=x_{43}$ $x_{19}=x_{44}$ $x_{20}=x_{45}$ $x_{21}=x_{51}$ $x_{22}=x_{52}$
 $x_{23}=x_{53}$ $x_{24}=x_{54}$ $x_{25}=x_{55}$

Оптимальное решение

$x_1=0$ $x_2=1.000$ $x_3=0$ $x_4=0$ $x_5=0$ $x_6=0$ $x_7=0.000$ $x_8=0$ $x_9=0$ $x_{10}=1.000$ $x_{11}=1.000$ $x_{12}=0.000$ $x_{13}=0$
 $x_{14}=0$ $x_{15}=0$ $x_{16}=0$ $x_{17}=0$ $x_{18}=1.000$ $x_{19}=0$ $x_{20}=0.000$ $x_{21}=0$ $x_{22}=0.000$ $x_{23}=0$ $x_{24}=1.000$ $x_{25}=0$

Оптимальное значение критерия: 15.000

**Расчеты производились при уровне обнуления Eps= 0.0000000
и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$**

4.1.13 Задача оптимального планирования отраслей

Содержательная постановка.

Сельскохозяйственное предприятие производит продукцию трех видов - зерно, кукурузу на силос и молоко. Для этих целей выделяется 10000 га пашни, 1000 га естественных пастбищ и 200000 человеко-дней трудовых ресурсов. Плановая урожайность зерновых - 20 ц с гектара, кукурузы на силос - 400 ц с гектара. Затраты труда на 1 га зерновых - 2 человеко-дня, кукурузы - 20 человеко-дней. Затраты в животноводстве на 1 корову: труда - 25 человеко-дней, кормов - 40 ц кормовых единиц в год. За сезон планируется получить 5 ц кормов с 1 га естественных пастбищ, а всего 5000 ц кормовых единиц. Кроме этого, на корм намечается отвести весь урожай кукурузы на силос и 0.2 валового сбора зерна. Коэффициенты перевода урожая в условные кормовые единицы - 1.1 для зерна и 0.2 для кукурузного силоса. Прибыль от 1 ц зерна - 4 руб., прибыль от продукции крупного рогатого скота, полученная за год в расчете на одну корову - 460 руб. Требуется определить оптимальные объемы производства зерна, кукурузного силоса и количество коров, максимизирующие прибыль предприятия.

Математическая постановка.

Пусть x_1 - объем производства зерна, x_2 - производство кукурузного силоса, x_3 - количество коров с естественных пастбищ. Для составления целевой функции заметим, что прибыль от 1 ц зерна $s_1 = 4 \cdot (1 - 0.2) = 3.2$ руб., так как 0.2 часть зерна идет на корм скоту. Прибыль от кукурузы и кормов с естественных пастбищ учитывается через прибыль от продукции крупного рогатого скота, поэтому

Критерий:

$$z = 3.2x_1 + 460x_3 \rightarrow \max.$$

Ограничение по пахотным ресурсам: для производства 1 ц зерна нужно $1/20 = 0.05$ га пашни, для 1 ц кукурузы - $1/400 = 0.0025$ га пашни, для производства всего зерна и кукурузы $0.05x_1 + 0.0025x_2$ га пашни, поэтому:

$$0.05x_1 + 0.0025x_2 \leq 10000.$$

Ограничение по трудовым ресурсам: для обработки 1 га пашни под зерно надо 2 человека, а всего под зерно отводится $0.05x_1$ га, поэтому для производства зерна надо $2 \cdot 0.05x_1 = 0.1x_1$ человеко-дней; для обработки 1 га пашни под кукурузу надо 20 человеко-дней, а всего отводится $0.0025x_2$ га, поэтому всего надо $20 \cdot 0.0025x_2 = 0.05x_2$ человеко-дней. С учетом же затрат на содержание коров данное ограничение имеет вид:

$$0.1x_1 + 0.05x_2 + 25x_3 \leq 200000.$$

Ограничение для общего объема кормовых ресурсов: общий объем кормовых ресурсов складывается из трех слагаемых - 5000 ц (постоянная часть), $1.1 \cdot 0.2x_1 = 0.22x_1$ ц (0.2 часть зерна идет на корм, 1.1 - коэффициент перевода), $0.2x_2$ ц (кукуруза с учетом коэффициента перевода); использовано же будет $40x_3$ ц кормовых единиц. Таким образом:

$$40x_3 \leq 5000 + 0.22x_1 + 0.2x_2.$$

Условия неотрицательности: $x_1, x_2, x_3 \geq 0$.

Исходные данные для пакета.

Исходные данные для задачи находятся в файле **k194.lpr**.
ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ D:\TK\Simplex\k184
ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 16:00:33

Постановка задачи

$Z = 3.2x_1 + 460x_3 \rightarrow \max$
 $0.05x_1 + 0.0025x_2 \leq 10000$
 $0.1x_1 + 0.05x_2 + 25x_3 \leq 200000$
 $-0.22x_1 - 0.2x_2 + 40x_3 \leq 5000$
 $x \geq 0$

Оптимальное решение

$x_1 = 154214.559$ $x_2 = 915708.812$ $x_3 = 5551.724$

Оптимальное значение критерия: 3047279.693

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps = 0.0000000$
и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.14 Задача оптимизации использования кормов

Содержательная постановка.

Составить оптимальный рацион для откорма свиней, исходя из следующих данных: на одного животного в сутки требуется 1.6 кормовой единицы, 200 г перевариваемого протеина, 12 г кальция, 9 г фосфора, 12 мг каротина. В качестве кормов на ферме используется горох, ячмень, сенная и рыбная мука. Данные по кормам приведены в таблице.

Содержание питательных веществ в 1 кг кормов. Цена кормов.

Питательные вещества	Ячмень	Горох	Сенная мука	Рыбная мука
Кормовые единицы (кг)	1.2	1.25	0.76	0.8
Перевариваемый протеин(г)	80	250	200	530
Кальций (г)	1.2	1.5	13.7	67
Фосфор (г)	3.3	4.0	1.7	3.2
Каротин (мг)	1.6	2.5	101.76	0
Цена 1 кг корма (коп)	3	4	5	7
Нижний предел расхода(кг)	0.2	0.2	0.3	0.2
Верхний предел расхода (кг)	0.5	0.6	0.8	1.2

Математическая постановка.

Введем переменные: x_1 - количество ячменя в кормовом рационе, x_2 - гороха, x_3 - сенной муки, x_4 - рыбной муки.

Критерий:

$z = 3x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 7x_4 \rightarrow \min.$

Ограничения:

$1.2x_1 + 1.25x_2 + 0.76x_3 + 0.8x_4 \geq 1.6,$
 $80x_1 + 250x_2 + 200x_3 + 530x_4 \geq 200,$
 $1.2x_1 + 1.5x_2 + 13.7x_3 + 67x_4 \geq 12,$
 $3.3x_1 + 4x_2 + 1.7x_3 + 3.2x_4 \geq 9,$
 $1.6x_1 + 2.5x_2 + 101.76x_3 \geq 12,$
 $0.2 \leq x_1 \leq 0.5,$
 $0.2 \leq x_2 \leq 0.6,$
 $0.3 \leq x_3 \leq 0.8,$
 $0.2 \leq x_4 \leq 1.2.$

Исходные данные для пакета.

Исходные данные для решения задачи находятся в файле **k199.lpr**. При решении с помощью второго алгоритма выбора ведущего столбца eps должно быть ненулевым.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ D:\TK\Simplex\k199

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 17:52:24

Постановка задачи

$Z = 3x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 7x_4 \rightarrow \min$
 $1.2x_1 + 1.25x_2 + 0.76x_3 + 0.8x_4 \geq 1.6$
 $80x_1 + 250x_2 + 200x_3 + 530x_4 \geq 200$
 $1.2x_1 + 1.5x_2 + 13.7x_3 + 67x_4 \geq 12$
 $3.3x_1 + 4x_2 + 1.7x_3 + 3.2x_4 \geq 9$
 $1.6x_1 + 2.5x_2 + 101.76x_3 \geq 12$
 $1x_1 \geq 0.2$
 $+1x_2 \geq 0.2$
 $+1x_3 \geq 0.3$
 $+1x_4 \geq 0.2$
 $1x_1 \leq 0.5$
 $+1x_2 \leq 0.6$
 $+1x_3 \leq 0.8$
 $+1x_4 \leq 1.2$
 $x \geq 0$

Оптимальное решение

$x_1 = 0.500$ $x_2 = 0.600$ $x_3 = 0.653$ $x_4 = 1.200$

Оптимальное значение критерия: 15.565

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps = 0.0001000$
и с выбором ведущего столбца по $\max \text{mod } \{c_j\}$, $c_j < 0$

4.1.15 Задача оптимизации производства кормов

Содержательная постановка.

В хозяйстве имеется возможность возделывать три вида сельскохозяйственных культур, из которых надо произвести две группы кормов и два вида продукции. Нормы выхода кормов и продукции из единицы культуры, себестоимость производства, план выпуска кормов и продукции даны в таблице.

		Вид культуры			План выпуска кормов и продукции (тыс. тонн)
		1	2	3	
Корма	1	8	0	1	8
	2	4	1	3	5
Продукция	1	2	5	0	2
	2	1	3	6	4
Себестоимость		240	120	300	

Требуется определить объемы производства культур, минимизирующие затраты на их производство.

Математическая постановка.

Критерий:

$$z=240x_1+120x_2+300x_3\rightarrow\min.$$

Ограничения:

$$\begin{aligned}8x_1+x_2 &\geq 8, \\4x_1+x_2+3x_3 &\geq 5, \\2x_1+5x_2 &\geq 2, \\x_1+3x_2+6x_3 &\geq 4.\end{aligned}$$

Условия неотрицательности:

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0.$$

Исходные данные для пакета.

Исходные данные для решения задачи находятся в файле **k200.lpr**. При решении задачи величину eps следует задавать ненулевой (например, 0.0001).

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ D:\TK\Simplex\K200.LPR

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 17:58:54

Постановка задачи

$$\begin{aligned}Z &= 240.000x_1 + 120.000x_2 + 300.000x_3 \rightarrow \min \\8.000x_1 + 1.000x_3 &\geq 8.000 \\4.000x_1 + 1.000x_2 + 3.000x_3 &\geq 5.000 \\2.000x_1 + 5.000x_2 &\geq 2.000 \\1.000x_1 + 3.000x_2 + 6.000x_3 &\geq 4.000 \\x &\geq 0\end{aligned}$$

Оптимальное решение

$$x_1=1.000 \quad x_2=1.000 \quad x_3=0$$

Оптимальное значение критерия: 360.000

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps = 0.0001000$ и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.16 Задача оптимизации размещения и структуры посевов

Содержательная постановка.

Имеется две зоны земли, площади которых равны 10000 га и 15000 га. На этих участках необходимо вырастить зерно (не менее 500000 ц) и сахарную свеклу (не менее 400000 ц). Урожайность и себестоимость культур в зависимости от участков приведены в таблице.

Продукция	Первая зона		Вторая зона	
	Урожайность (ц/га)	Себестоимость (Руб/ц)	Урожайность (ц/га)	Себестоимость (Руб/ц)
Зерно	20	4	25	2.5
Сахарная свекла	200	2.5	250	2.1

Требуется определить, сколько площади каждой из зон необходимо выделить для каждой из культур, чтобы суммарные затраты на их производство были минимальными.

Математическая постановка.

Введем переменные: x_{ij} - количество площади i -й зоны, отводимой под j -ю культуру. Затраты на выращивание зерна в первой зоне - $4 \cdot 20 = 80$ руб./ц, на зерно во второй зоне - $25 \cdot 2.5 = 62.5$ руб./ц, на свеклу в первой зоне - $200 \cdot 2.5 = 500$ руб./ц, на свеклу во второй зоне - $250 \cdot 2.1 = 525$ руб./ц.

Критерий:

$$z = 80x_{11} + 500x_{12} + 62.5x_{21} + 525x_{22} \rightarrow \min.$$

Ограничения:

$$\begin{aligned}x_{11} + x_{12} &= 10000, \\x_{21} + x_{22} &= 15000, \\20x_{11} + 25x_{21} &\geq 500000, \\200x_{12} + 250x_{22} &\geq 400000.\end{aligned}$$

Условия неотрицательности:

$$x_{11}, x_{12}, x_{21}, x_{22} \geq 0.$$

Исходные данные для пакета.

Переменные перенумерованы следующим образом (слева - в приведенной выше постановке задачи, справа - в исходных данных): $x_{11}-x_1, x_{12}-x_2, x_{21}-x_3, x_{22}-x_4$.

Исходные данные для задачи находятся в файле **k203.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ D:\TK\Simplex\K203.LPR
ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 18:20:27

Постановка задачи

$Z = 80.000x_1 + 500.000x_2 + 62.500x_3 + 525.000x_4 \rightarrow \min$
 $1.000x_1 + 1.000x_2 = 10000.000$
 $+1.000x_3 + 1.000x_4 = 15000.000$
 $20.000x_1 + 25.000x_3 \geq 500000.000$
 $+200.000x_2 + 250.000x_4 \geq 400000.000$
 $x \geq 0$

Соответствие переменных задачи:
 $x_1 = x_{11}$ $x_2 = x_{12}$ $x_3 = x_{21}$ $x_4 = x_{22}$

Оптимальное решение

$x_1 = 10000.000$ $x_2 = 0$ $x_3 = 13400.000$ $x_4 = 1600.000$

Оптимальное значение критерия: 2477500.000

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps = 0.0000000$
и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.17 Закрытая транспортная задача

Содержательная постановка.

Пусть имеются три пункта производства некоторой продукции в объемах 11, 11, 8 условных единиц и четыре пункта потребления этой продукции с объемами потребления 5, 9, 9, 7 условных единиц. Предполагается, что суммарное производство ($11+11+8=30$) равно суммарному потреблению ($5+9+9+7=30$). Такая задача носит название закрытой. Если баланс между производством и потреблением нарушен (случай открытой транспортной задачи), следует ввести фиктивного производителя (если производство меньше потребления) или фиктивного потребителя (если потребление меньше производства). Тогда перевозки от фиктивного производителя будут соответствовать недопоставкам, а перевозки фиктивному потребителю - нереализуемой продукции. Стоимости перевозок единицы груза от производителей к потребителям следующие:

7	8	5	3
2	4	5	9
6	3	1	2

Требуется составить план перевозок, имеющий минимальную стоимость.

Если имеются ограничения на количество перевозимого продукта снизу или сверху (обязательные поставки, ограниченные пропускные способности коммуникаций и т. д.), такие ограничения можно ввести. Случай с верхними ограничениями смотри в примере “Транспортная задача с ограниченными пропускными способностями”.

Математическая постановка.

Введем переменные: x_{ij} - количество перевозимого продукта от i -го производства к j -му потребителю.

Критерий:

$$z = 7x_{11} + 8x_{12} + 5x_{13} + 3x_{14} + 2x_{21} + 4x_{22} + 5x_{23} + 9x_{24} + 6x_{31} + 3x_{32} + 1x_{33} + 2x_{34} \rightarrow \min.$$

Ограничения на производство продукции:

$$\begin{aligned}x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} &= 11, \\x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} &= 11, \\x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} &= 8.\end{aligned}$$

Ограничения на потребление продукции:

$$\begin{aligned}x_{11} + x_{21} + x_{31} &= 5, \\x_{12} + x_{22} + x_{32} &= 9, \\x_{13} + x_{23} + x_{33} &= 9, \\x_{14} + x_{24} + x_{34} &= 7.\end{aligned}$$

Условия неотрицательности:

$$x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{24}, x_{31}, x_{32}, x_{33}, x_{34} \geq 0.$$

Исходные данные для пакета.

Переменные перенумерованы следующим образом (слева - в приведенной выше постановке задачи, справа - в исходных данных):

$x_{11}-x_1, x_{12}-x_2, x_{13}-x_3, x_{14}-x_4, x_{21}-x_5, x_{22}-x_6, x_{23}-x_7, x_{24}-x_8, x_{31}-x_9, x_{32}-x_{10}, x_{33}-x_{11}, x_{34}-x_{12}.$

Расчеты следует производить при ненулевом ϵ .

Исходные данные для задачи находятся в файле **z153.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ D:\TK\Simplex\z153

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 20:10:48

Постановка задачи

$Z = 7x_1 + 8x_2 + 5x_3 + 3x_4 + 2x_5 + 4x_6 + 5x_7 + 9x_8 + 6x_9 + 3x_{10} + 1x_{11} + 2x_{12} \rightarrow \min$

$1x_1 + 1x_2 + 1x_3 + 1x_4 = 11$

$+1x_5 + 1x_6 + 1x_7 + 1x_8 = 11$

$+1x_9 + 1x_{10} + 1x_{11} + 1x_{12} = 8$

$1x_1 + 1x_5 + 1x_9 = 5$

$+1x_2 + 1x_6 + 1x_{10} = 9$

$+1x_3 + 1x_7 + 1x_{11} = 9$

$+1x_4 + 1x_8 + 1x_{12} = 7$

$x \geq 0$

Соответствие переменных задачи:

$x_1 = x_{11} \quad x_2 = x_{12} \quad x_3 = x_{21} \quad x_4 = x_{14} \quad x_5 = x_{21} \quad x_6 = x_{22} \quad x_7 = x_{23} \quad x_8 = x_{24} \quad x_9 = x_{31} \quad x_{10} = x_{32} \quad x_{11} = x_{33} \quad x_{12} = x_{34}$

Оптимальное решение

$x_1 = 0 \quad x_2 = 0 \quad x_3 = 4.000 \quad x_4 = 7.000 \quad x_5 = 5.000 \quad x_6 = 6.000 \quad x_7 = 0 \quad x_8 = 0 \quad x_9 = 0 \quad x_{10} = 3.000 \quad x_{11} = 5.000 \quad x_{12} = 0$

Оптимальное значение критерия: 89.000

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps = 0.0000000$

и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.18 Транспортная задача с ограниченными пропускными способностями

Содержательная постановка.

Пусть имеются три пункта производства некоторой продукции в объемах 6, 3, 3 условных единиц и четыре пункта потребления этой продукции с объемами потребления 4, 2, 4, 2 условных единиц. Предполагается, что суммарное производство ($6+3+3=12$) равно суммарному потреблению ($4+2+4+2=12$). Рекомендации для случая, когда баланс между производимой и потребляемой продукцией нарушен, смотри в примере "Закрытая транспортная задача". Стоимости перевозок единицы груза от производителей к потребителям следующие:

1	4	2	5
2	1	4	1
3	2	1	3

Заданы также ограничения на количества перевозимого продукта от i -го производителя к j -му потребителю (ограниченные пропускные способности коммуникаций):

3	1	2	1
1	1	1	2
2	1	1	1

Требуется составить план перевозок, имеющий минимальную стоимость.

Математическая постановка.

Введем переменные: x_{ij} - количество перевозимого продукта от i -го производства к j -му потребителю.

Критерий:

$$z=1x_{11}+4x_{12}+2x_{13}+5x_{14}+2x_{21}+1x_{22}+4x_{23}+1x_{24}+3x_{31}+2x_{32}+1x_{33}+3x_{34} \rightarrow \min.$$

Ограничения на производство продукции:

$$\begin{aligned} x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14} &= 6, \\ x_{21}+x_{22}+x_{23}+x_{24} &= 3, \\ x_{31}+x_{32}+x_{33}+x_{34} &= 3. \end{aligned}$$

Ограничения на потребление продукции:

$$\begin{aligned} x_{11}+x_{21}+x_{31} &= 4, \\ x_{12}+x_{22}+x_{32} &= 2, \\ x_{13}+x_{23}+x_{33} &= 4, \\ x_{14}+x_{24}+x_{34} &= 2. \end{aligned}$$

Ограничения по пропускным способностям:

$$\begin{aligned} x_{11} &\leq 3, \quad x_{12} \leq 1, \quad x_{13} \leq 2, \quad x_{14} \leq 1, \\ x_{21} &\leq 1, \quad x_{22} \leq 1, \quad x_{23} \leq 1, \quad x_{24} \leq 2, \\ x_{31} &\leq 2, \quad x_{32} \leq 1, \quad x_{33} \leq 1, \quad x_{34} \leq 1. \end{aligned}$$

Условия неотрицательности:

$$x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{24}, x_{31}, x_{32}, x_{33}, x_{34} \geq 0.$$

Исходные данные для пакета.

Переменные перенумерованы следующим образом (слева - в приведенной выше постановке задачи, справа - в исходных данных):

$x_{11}-x_1, x_{12}-x_2, x_{13}-x_3, x_{14}-x_4, x_{21}-x_5, x_{22}-x_6, x_{23}-x_7, x_{24}-x_8, x_{31}-x_9, x_{32}-x_{10}, x_{33}-x_{11}, x_{34}-x_{12}.$

Расчеты следует производить при ненулевом eps.

Исходные данные для задачи находятся в файле **z174.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ D:\TK\Simplex\z174

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 26.09.2014 20:18:49

Постановка задачи

$$Z=7x_1+8x_2+5x_3+3x_4+2x_5+4x_6+5x_7+9x_8+6x_9+3x_{10}+1x_{11}+2x_{12} \rightarrow \min$$

$$1x_1+1x_2+1x_3+1x_4 = 6$$

$$+1x_5+1x_6+1x_7+1x_8 = 3$$

$$+1x_9+1x_{10}+1x_{11}+1x_{12} = 3$$

$$1x_1+1x_5+1x_9 = 4$$

$$+1x_2+1x_6+1x_{10} = 2$$

$$+1x_3+1x_7+1x_{11} = 4$$

$$+1x_4+1x_8+1x_{12} = 2$$

$$1x_1 \leq 3$$

$$+1x_2 \leq 1$$

$$+1x_3 \leq 2$$

$$+1x_4 \leq 1$$

$$+1x_5 \leq 1$$

$$+1x_6 \leq 1$$

$$+1x_7 \leq 1$$

$$+1x_8 \leq 2$$

$$+1x_9 \leq 2$$

$$+1x_{10} \leq 1$$

$$+1x_{11} \leq 1$$

$$+1x_{12} \leq 1$$

$$x \geq 0$$

Соответствие переменных задачи:

$x_1=x_{11}$ $x_2=x_{12}$ $x_3=x_{13}$ $x_4=x_{14}$ $x_5=x_{21}$ $x_6=x_{22}$ $x_7=x_{23}$ $x_8=x_{24}$ $x_9=x_{31}$ $x_{10}=x_{32}$ $x_{11}=x_{33}$ $x_{12}=x_{34}$

Оптимальное решение

$x_1=3.000$ $x_2=0$ $x_3=2.000$ $x_4=1.000$ $x_5=1.000$ $x_6=1.000$ $x_7=1.000$ $x_8=0$ $x_9=0.000$ $x_{10}=1.000$
 $x_{11}=1.000$ $x_{12}=1.000$

Оптимальное значение критерия: 51.000

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps=0.0000000$
и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.19 Задача регулирования товарных запасов

Содержательная постановка.

Пусть в магазине площадь торговых залов и подсобных помещений равна 150 кв. м, трудовой ресурс составляет 460 человеко - часов. В этом магазине производится продажа двух видов товара. Запас производится только для первого вида товара. Прибыль от реализации единицы первого вида товара равна 3 руб., второго - 5 руб., от хранения единицы первого вида товара - 1 руб. Норма использования площади для реализации товара первого вида равна 0.1, второго - 0.2, хранения - 0.1 кв. м. Нормы расхода трудовых ресурсов для товаров первого вида равна 0.4, второго - 0.6, для хранения - 0.2 человеко-часов. Плановый период составляет 30 дней, норма запасов - 3 дня за плановый период. **Требуется максимизировать прибыль магазина за счет оптимизации запаса.**

Математическая постановка.

Введем переменные: x_1 - количество товара первого вида; x_2 - количество товара второго вида; x_3 - запас первого вида товара. Очевидно, что $x_3/x_1 \cdot 30 = 3$, откуда следует одно из ограничений - $-0.1x_1 + x_3 = 0$.

Критерий:

$$z = 3x_1 + 5x_2 + x_3 \rightarrow \max.$$

Ограничения:

$$\begin{aligned} -0.1x_1 + x_3 &= 0, \\ 0.1x_1 + 0.2x_2 + 0.1x_3 &\leq 150, \\ 0.4x_1 + 0.6x_2 + 0.2x_3 &\leq 460. \end{aligned}$$

Условия неотрицательности:

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0.$$

Исходные данные для пакета.

Исходные данные для решения задачи находятся в файле **k272.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ D:\ТК\Simplex\k272
ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 27.09.2014 12:33:30

Постановка задачи

$Z = 3x_1 + 5x_2 + 1x_3 \rightarrow \max$
 $-0.1x_1 + 1x_3 = 0$
 $0.1x_1 + 0.2x_2 + 0.1x_3 \leq 150$
 $0.4x_1 + 0.6x_2 + 0.2x_3 \leq 460$
 $x \geq 0$

Оптимальное решение

$x_1 = 111.111$ $x_2 = 688.889$ $x_3 = 11.111$

Оптимальное значение критерия: 3788.889

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps = 0.0000000$
и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.20 Задача планирования выпуска продукции при неопределенном спросе

Содержательная постановка.

Предприятие может выпускать три вида продукции (А, Б и В), получая при этом прибыль, зависящую от спроса (I, II, III и IV). В следующей таблице заданы числа, означающие прибыль предприятия при выпуске разных видов продукции и спроса.

	I	II	III	IV
A	8	3	6	2
Б	4	5	6	5
В	1	7	4	7

Определить оптимальные пропорции в выпускаемой продукции при неопределенном спросе и максиминном критерии.

Математическая постановка.

Оптимальные пропорции x_1 , x_2 , x_3 товаров вида А, Б, В соответствуют оптимальным вероятностям выбора стратегий А, Б, В, которые определим с помощью задачи линейного программирования для первого игрока.

Критерий:

$$z = x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \min$$

Ограничения:

$$\begin{aligned} 8x_1 + 4x_2 + 1x_3 &\geq 1, \\ 3x_1 + 5x_2 + 7x_3 &\geq 1, \\ 6x_1 + 6x_2 + 4x_3 &\geq 1, \\ 2x_1 + 5x_2 + 7x_3 &\geq 1, \end{aligned}$$

Условия неотрицательности:

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0.$$

Исходные данные для пакета:

Исходные данные для решения задачи находятся в файле **kl181.lpr**. Расчеты следует производить при ненулевом eps. Искомые пропорции вычислить после решения задачи по формулам:

$p_1 = x_1/z_{\max}$, $p_2 = x_2/z_{\max}$, $p_3 = x_3/z_{\max}$, где $z_{\max}$ - оптимальное значение критерия.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ D:\TK\Simplex\kl181

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 27.09.2014 12:38:45

Постановка задачи

$$\begin{aligned} Z &= 1x_1 + 1x_2 + 1x_3 \rightarrow \min \\ 8x_1 + 4x_2 + 1x_3 &\geq 1 \\ 3x_1 + 5x_2 + 7x_3 &\geq 1 \\ 6x_1 + 6x_2 + 4x_3 &\geq 1 \\ 2x_1 + 5x_2 + 7x_3 &\geq 1 \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$

Оптимальное решение

$$x_1 = 0.031 \quad x_2 = 0.187 \quad x_3 = 0$$

Оптимальное значение критерия: 0.219

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps = 0.0001000$
и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.21 Задача планирования выпуска скоропортящейся продукции

Содержательная постановка.

Предприятие выпускает скоропортящуюся продукцию, которую оно может сразу отправить потребителю (стратегия А), отправить на склад для хранения (стратегия Б) или подвергнуть дополнительной обработке (стратегия В) для длительного хранения. В свою очередь потребитель может немедленно приобрести эту продукцию (стратегия I), приобрести ее в течение небольшого отрезка времени (II) или купить после длительного хранения. В зависимости от принятых стратегий предприятия и потребителя предприятие будет нести различные издержки. Пусть эти издержки определяются матрицей

	I	II	III
A	2	5	8
Б	7	6	10
В	12	10	8

Определить оптимальное по минимаксному критерию соотношение между продукцией, отправляемой потребителю, на склад и на дополнительную обработку.

Математическая постановка.

Так как искомые стратегии определяются для проигрывающей стороны, формулируем задачу линейного программирования для второго игрока, где x_1, x_2, x_3 - вероятности выбора стратегий.

Критерий:

$$z = x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \max.$$

Ограничения:

$$\begin{aligned} 2x_1 + 5x_2 + 8x_3 &\leq 1, \\ 7x_1 + 6x_2 + 10x_3 &\leq 1, \\ 12x_1 + 10x_2 + 8x_3 &\leq 1. \end{aligned}$$

Условия неотрицательности:

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0.$$

Исходные данные для пакета.

Исходные данные для решения задачи находятся в файле **kl182.lpr**. Искомые соотношения вычислить после решения задачи по формулам:

$p_1 = x_1/z_{\max}$, $p_2 = x_2/z_{\max}$, $p_3 = x_3/z_{\max}$, где $z_{\max}$ - оптимальное значение критерия.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ D:\ТК\Simplex\kl182

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 27.09.2014 12:41:58

Постановка задачи

$$Z = 1x_1 + 1x_2 + 1x_3 \rightarrow \max$$

$$2x_1 + 5x_2 + 8x_3 \leq 1$$

$$7x_1 + 6x_2 + 10x_3 \leq 1$$

$$12x_1 + 10x_2 + 8x_3 \leq 1$$
$$x \geq 0$$

Оптимальное решение

$$x_1=0 \quad x_2=0.038 \quad x_3=0.077$$

Оптимальное значение критерия: 0.115

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps = 0.0000000$
и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.22 Задача о планировании закупок топлива

Содержательная постановка.

Для отопления помещений необходимо приобрести топливо. Однако расход топлива и цены на него зависят от предполагаемой температуры в зимнее время. Ориентируясь на три погодных типа - мягкую, нормальную и суровую зимы, расход топлива и его цена следующие:

Погодный тип	Мягкая зима	Нормальная зима	Суровая зима
Расход (т)	500	1000	1800
Цена (руб/т)	10	16	20

Летом топливо можно приобрести по минимальной цене - 10 руб/т, неиспользованное топливо должно быть реализовано до начала следующего сезона по цене 5 руб/т.

Определить оптимальную стратегию закупки топлива, исходя из минимаксного критерия.

Математическая постановка.

Пусть x_1, x_2, x_3 - вероятности выбора стратегий: закупка 500 т, закупка 1000 т, закупка 1800 т соответственно. Рассчитаем платежную матрицу $C=\{C_{ij}\}$, где i - номера погодных типов, j - номера стратегий закупок.

$C_{11}=10\text{руб/т}\cdot 500\text{т}=5000\text{руб};$

$C_{12}=10\text{руб/т}\cdot 1000\text{т}-5\text{руб/т}\cdot 500\text{т}=7500\text{руб}$ (неиспользованные 500т проданы по дешевой цене);

$C_{13}=10\text{руб/т}\cdot 1800\text{т}-5\text{руб/т}\cdot 1300\text{т}=11500\text{руб}$ (неиспользованные 1300т проданы по дешевой цене);

$C_{21}=10\text{руб/т}\cdot 500\text{т}+16\text{руб/т}\cdot 500\text{т}=13000\text{р}$ (недостающие 500т докуплены по цене нормальной зимы);

$C_{22}=10\text{руб/т}\cdot 1000\text{т}=10000\text{руб};$

$C_{23}=10\text{руб/т}\cdot 1800\text{т}-5\text{руб/т}\cdot 800\text{т}=14000\text{руб}$ (неиспользованные 800т проданы по дешевой цене);

$C_{31}=10\text{руб/т}\cdot 500\text{т}+20\text{руб/т}\cdot 1300\text{т}=31000\text{р}$ (недостающие 1300т докуплены по цене суровой зимы);

$C_{32}=10\text{руб/т}\cdot 1000\text{т}+20\text{руб/т}\cdot 800\text{т}=31000\text{руб}$ (недостающие 800т докуплены по цене суровой зимы);

$C_{33}=10\text{руб/т}\cdot 1800\text{т}=18000\text{руб}.$

Сформулируем задачу линейного программирования для второго игрока

Критерий:

$$z=x_1+x_2+x_3\rightarrow\max.$$

Ограничения:

$$\begin{aligned}5000x_1+7500x_2+11500x_3 &\leq 1, \\13000x_1+10000x_2+14000x_3 &\leq 1, \\31000x_1+26000x_2+18000x_3 &\leq 1.\end{aligned}$$

Условия неотрицательности:

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0.$$

Исходные данные для пакета.

Непосредственное решение данной задачи на компьютере приведет к большим вычислительным погрешностям из-за различий в порядках коэффициентов и правых частей неравенств. Для того, чтобы получить правильное решение, изменим денежную единицу измерения

- вместо рубля возьмем 1000 рублей.

Тогда все коэффициенты платежной матрицы уменьшатся в 1000 раз. Исходные данные для решения задачи с уменьшенными в 1000 раз коэффициентами находятся в файле **kl183.lpr**. Вероятности выбора стратегий вычислить после решения задачи по формулам:

$p_1 = x_1/z_{\max}$, $p_2 = x_2/z_{\max}$, $p_3 = x_3/z_{\max}$, где $z_{\max}$ - оптимальное значение критерия.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ D:\ТК\Simplex\kl183

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 27.09.2014 13:01:29

Постановка задачи

$Z = 1x_1 + 1x_2 + 1x_3 \rightarrow \max$
 $5x_1 + 7.5x_2 + 1.5x_3 \leq 1$
 $13x_1 + 10x_2 + 14x_3 \leq 1$
 $31x_1 + 26x_2 + 18x_3 \leq 1$
 $x \geq 0$

Оптимальное решение

$x_1 = 0$ $x_2 = 0$ $x_3 = 0.056$

Оптимальное значение критерия: 0.056

Расчеты производились при уровне обнуления $Eps = 0.0001000$
и с выбором ведущего столбца по первому слева $\{c_j\}, c_j < 0$

4.1.23 Задача об оптимальной смеси сортов твердого топлива

Содержательная постановка.

Имеется котельная, работающая на твердом топливе. На ее складе запасено два сорта топлива со следующими характеристиками.

Теплотворная способность (в ккал/кг) - 10 для 1-го сорта, 8 для 2-го сорта.

Зольность (кг золы / кг топлива) - 0,02 для 1-го сорта, 0,04 для 2-го сорта.

Стоимость (коп/кг) - 10 для 1-го сорта, 5 для 2-го сорта.

Требуется составить смесь из двух сортов топлива, имеющую минимальную стоимость и обеспечивающую получение не менее 3000 ккал тепла и не более 8 кг золы.

Математическая постановка.

Введем переменные

x_1 - количество топлива первого сорта в смеси,

x_2 - количество топлива второго сорта в смеси.

Критерий:

$$z = 10 \cdot x_1 + 5 \cdot x_2 \rightarrow \min.$$

Ограничения

$$10 \cdot x_1 + 8 \cdot x_2 \geq 3000,$$

$$0,02 \cdot x_1 + 0,04 \cdot x_2 \leq 8.$$

(1)

Условия неотрицательности

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0.$$

Исходные данные для пакета.

Исходные данные для задачи находятся в файле **sorttop.lpr**.

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ D:\ТК\Simplex\sorttop

ДАТА И ВРЕМЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЧЕТА - 27.09.2014 13:04:47

Постановка задачи

$$Z=10x_1+5x_2 \rightarrow \min$$

$$10x_1+8x_2 \geq 3000$$

$$0.02x_1+0.04x_2 \leq 8$$

$$x \geq 0$$

Оптимальное решение

$$x_1=233.333 \quad x_2=83.333$$

Оптимальное значение критерия: 2750.000

Расчеты производились при уровне обнуления Eps= 0.0001000
и с выбором ведущего столбца по первому слева {cj}, cj<0

В проекте базы данных следует учесть возможность изменения количества сортов топлива, их характеристик, допустимых количеств тепла и золы.

4.2 Задание

В предыдущем подразделе приведены варианты постановок оптимизационных задач. Исходя из заданного преподавателем варианта, выполнить следующее:

- Выделить предметную область для создания информационной системы, целью которой является удовлетворение запросов об оптимальном решении каждой из задач и оптимальном значении критерия; в описание предметной области включить набор условий, при которых будет функционировать информационная система (в задаче о сортах топлива это виды топлива, зависимость состава оптимальной смеси от заказа).

- Определить сущности и связи выделенной предметной области и их характеристики; результат представить в виде диаграмм ER-экземпляров и ER-типа с соответствующими обоснованиями.
- Разработать проект базы данных на логическом уровне с использованием ER-подхода; результат представить в виде набора предварительных таблиц-отношений и в виде таблиц, содержащих все атрибуты предметной области.
- Проверить соответствие всех таблиц нормальной форме Бойса-Кодда.
- Создать таблицы спроектированной базы данных и ее физическую схему в Access, подключив стандартные средства контроля целостности.
- Создать запрос, результатами которого являются: а) решение задачи в виде оптимальных значений ее переменных; б) оптимальное значение критерия; оптимальные решения и значения критериев указаны в постановках задач подраздела 4.1.
- Создать экранные формы для всех таблиц проекта, обеспечивающие навигацию по таблицам.
- Создать отчет по запросу; в отчете предусмотреть группировку данных и получение итогов по элементам группы и общий итог; отчет должен иметь содержательное наименование и хороший стиль оформления.

5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

Курсовая работа должна содержать разделы:

1. Постановка задачи
2. Описание предметной области
3. Проектирование базы данных на основе ER-подхода
4. Формирование базы данных в ACCESS
5. Заключение

В разделе 1 приводится вариант задания к работе из раздела 4 настоящих указаний.

В разделе 2 определяются сущности и их характеристики (атрибуты, ключ), связи и их характеристики (порядки, степени, классы принадлежности), изображаются диаграммы ER-экземпляров, ER-типа.

В разделе 3 формируются предварительные отношения, а также отношения с о всеми атрибутами предметной области, осуществляется проверка всех полученных таблиц-отношений на соответствие нормальной форме Бойса-Кодда.

В разделе 4 производится формирование базы данных для СУБД ACCESS (таблицы, запрос, формы, отчет) с представлением скриншотов окон конструкторов перечисленных объектов, а также скриншотов окон

самых объектов. Запрос о значении критерия оптимизационной задачи из задания получить посредством SQL/

В разделе 5 привести итоговую информацию по проекту: количество базовых и связанных таблиц, характеристики сущностей и связей

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Джексон Г. Проектирование реляционных баз данных для использования с микроЭВМ / Г. Джексон. – М.: Мир, 1991. – 252с.
2. Справочная система пакета Microsoft Access.
3. Лабораторный практикум по системе управления базами данных ACCESS.: Методические указания к выполнению цикла лабораторных работ по дисциплине «Системы управления базами данных» для студентов направления подготовки 24.03.04 «Управление в технических системах» / Разраб. Е.А.Шушляпин – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2019. – 96с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ

Методические указания

Составитель: **Шушляпин** Евгений Андреевич

В авторской редакции

Изд. № 159/19. Объем 3 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО "Севастопольский государственный университет"

