



В. М. Пищулов

**АНАЛИЗ БОЛЬШИХ НАБОРОВ
ДАНЫХ ПО ТЕМЕ: OLAP
И МНОГОМЕРНЫЕ
БАЗЫ ДАННЫХ**

Екатеринбург
2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

В. М. Пищулов

**АНАЛИЗ БОЛЬШИХ НАБОРОВ
ДАННЫХ ПО ТЕМЕ: OLAP
И МНОГОМЕРНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

Методические указания
по выполнению лабораторных работ и подготовке
к практическим занятиям для студентов очной, очно-заочной и заочной
форм обучения направлений 09.03.03 «Прикладная информатика»
профиль «Цифровая экономика» бакалавриата

Екатеринбург
2022

Печатается по рекомендации методической комиссии кафедры интеллектуальных систем

Протокол № 2 от 21 октября 2021 г.

Рецензент – Газеев М. В., д-р техн. наук, заведующий кафедрой МОД и ПБ

Редактор Р. В. Сайгина

Оператор компьютерной верстки О. А. Казанцева

Подписано в печать 25.05.22	Поз. 30
Плоская печать	Формат 60x84 1/16
Заказ №	Тираж 10 экз.
	Печ. л. 3,02
	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Сектор оперативной полиграфии УГЛТУ

Технологии работы с большими наборами данных. Методические указания построения многомерных структур экономических (технических) показателей в системе OLAP

Введение

Работа с многомерными таблицами предназначена для анализа больших наборов данных с помощью приведения любой системы количественных данных к систематизированному виду. Такая систематизация достигается посредством сопоставления этих количественных данных с качественными характеристиками, представленными в вербальной форме (возможно использование также числовых знаков). Количественными данными называем определенное рода числа. В соответствии с самой общей классификацией различного рода числа принято относить к основным числовым множествам. Для формирования количественных характеристик экономических явлений обычно видится достаточным использование множества рациональных чисел.

1. Многомерные таблицы

1.1. Таблицы

Таблица (в том числе многомерная таблица) есть модель **естественных явлений**, которая формируется из двух главных составных частей, к которым относятся, во-первых, числовое множество значений, количественно характеризующих моделируемое явление (или явления), во-вторых, качественные характеристики каждого из указанных числовых значений. Такие качественные характеристики являют собой краткие описания количественных характеристик, представленных числовыми значениями, содержащимися в таблице, и обычно показаны в форме условных вербальных конструкций.

Граничные условия использования понятия «таблица». Следует изначально ввести ограничение, которое состоит в том, что далее рассматриваются и, собственно, подразумеваются под понятием «таблицы» только такие модели естественных явлений, которые обязательно несут в себе количественные данные, выраженные в форме числовых значений. В ином случае, а именно, при наличии вербальной информации, представленной в виде некоторой упорядоченной структуры, составленной из системы понятий, терминов или названий, сходной по форме с построением таблицы, но в отсутствие количественных данных в ячейках, такая структура или модель в качестве таблицы как таковой не рассматривается. Также

понятие «таблица» в рассматриваемом случае не предполагает смешанной информации, составленной как из качественных характеристик в вербальной форме, так и числовых значений в разных ячейках таблицы.

Качественные характеристики в вербальном виде, присутствующие в модели явления, представленной в форме таблицы, необходимо располагаются на осях таблицы и привязаны к делениям на этих осях.

Далее будем исходить из общего предположения, состоящего в том, что всякая отдельная таблица моделирует некоторое единое явление, которое может быть отнесено к определенной сфере деятельности и управления процессами, протекающими в конкретных областях функционирования человеческих сообществ. Впрочем, не исключается возможность рассмотрения некоторой совокупности сходных или аналогичных явлений, которые могут быть соответствующим образом объединены, с тем чтобы рассматриваться в качестве обобщенного или совокупного явления, моделируемого одной таблицей.

1.2. Экономические таблицы

Особый класс таблиц составляют *экономические таблицы*. *Экономическая таблица* представляет собой модель экономического явления (или совокупности явлений), которая включает в себя, с одной стороны, числовые значения в форме *данных*, как правило *стоимостных*, выраженных в единицах определенных валют, количественно отображающих экономическое явление, а с другой стороны, качественные характеристики этих числовых значений в форме вербальных конструкций.

Для наполнения таблицы количественными характеристиками или числовыми значениями, а также качественными характеристиками числовых данных используют *информационные базы данных*. Для наполнения таблицы требуются такие базы данных, которые содержат в своем составе количественные характеристики моделируемых таблицей явлений. Получение количественных характеристик или числовых значений, описывающих естественное или экономическое явление, становится возможным только посредством *измерения* моделируемого явления. Измерение явлений окружающего мира осуществляется при помощи *средств измерения* естественных (или экономических) явлений. Измерение количественных характеристик моделируемого явления требует разработки *методов измерения*. Методы измерения строятся на *системах счета*, а в более развитой форме на *системах счисления*.

В основе любых количественных измерений и систем счета лежит *операция абстрагирования*, посредством которой становится возможным сопоставлять или приравнивать различные явления окружающего мира. Самым примитивным и, вероятно, первым средством измерения служили пальцы человека, к которым посредством операции абстрагирования приравнивались определенные явления окружающего мира человека. Такому

примитивному средству измерения соответствует столь же простая система счета, представленная рядом натуральных чисел. Таким образом оказывается возможным вести учет добытых древним человеком средств существования, например, считать количество штук выловленной рыбы.

Из указанных оснований, а именно самого примитивного средства измерения и системы счета, проистекает столь же элементарная позиционная система счисления. Десятичная система счисления естественным образом определяется числом пальцев на руках человека. Следует признать, что достаточно широкое применение также находят двенадцатеричная и двадцатеричная системы исчисления.

Сколько-нибудь совершенные системы счета или системы счисления появляются в связи с развитием потребностей государственного учета налоговых поступлений и расходов казны. Хозяйственный учет казны государств древности требует использования простейших таблиц, которые необходимо включают в себя как и в любом другом случае две главные составляющие, а именно, числовые значения и вербальные описания этих значений. Для формирования этих составляющих таблиц требуется наличие письменности и системы счета или простейшей системы счисления.

Письменные документы, составленные с использованием количественных измерений, естественным образом возникают вместе с появлением первых форм письменности, а значит и письменного отображения числовых значений. Считается, что наиболее ранние письменные источники или документы появились в городах–государствах Шумера и Древнем Египте, которые относят к концу IV тысячелетия до новой эры (период примерно от 3400 – 3200 гг. до н. э.). Примерно этим же временем (4000 – 3000 гг. до н. э.) отмечен переход от пиктографического письма к иероглифическому в Китае. Таким образом, можно считать, что современные письменность и системы счисления имеют своим основанием потребности в составлении экономических таблиц в государствах древности.

2. Информационные базы, используемые для построения таблиц

2.1. Информационная база больших наборов данных

Информационной базой больших наборов данных, непосредственно подлежащих обработке при помощи составления многомерных таблиц на основе OLAP технологии, выступают совокупности *простых или элементарных документов*. Понятие *большие наборы данных* подразумевает, что количество документов столь велико, что становится невозможным обрабатывать их иными методами, чем OLAP технологиями или другими способами, предназначенными для обработки больших наборов данных.

Источниками информации, представляющей собой большие наборы данных, с которыми требуется работать для осуществления функций управления различного рода хозяйствующими субъектами, выступают экономические документы. Далее будем исходить из предположения, состоящего в том, что основным источником информации, подлежащей анализу и обработке с помощью таблиц, служат первичные учетные документы в том числе первичные бухгалтерские документы, которые оформляют совершение всякой операции хозяйствующего субъекта.

2.2. Простые документы

Информационная база, представленная большими наборами данных, и более того, составленная из **простых документов**, являет собой особый вид информационных баз. Специфическим видом простых документов выступают **простые экономические документы**. Отличительной особенностью первичных простых экономических документов является то обстоятельство, что единственно значащей количественной характеристикой такого документа выступает число, выражающее собой **стоимостную величину** в единицах национальной или иной валюты. Вместе с тем набор различных качественных характеристик, присутствующих в простом документе, не может содержать менее одной такой характеристики, однако верхняя граница численности качественных характеристик не ограничивается с тем, чтобы оставаться в разумных пределах.

Способ построения и структура базы данных, а также состав реквизитов в документах, содержащихся в ней, обуславливают степень простоты построения таблицы. Наиболее удобными и эффективными в использовании видятся такие базы данных, которые представлены или могут быть представлены в электронном виде, что предопределяет возможность автоматизации процесса преобразования такой базы данных непосредственно в форму таблицы.

Элементарным (простым) документом будем называть такой документ, составленный в бумажном или электронном виде, который содержит единственное значащее число, количественно характеризующее некоторое явление, а кроме того, перечень качественных характеристик значащего числа, а значит, исследуемого явления. Такие качественные характеристики значащего числа будем называть реквизитами данного простого документа.

Таким образом, конкретизируем, что **простой или элементарный экономический документ** содержит единственное количественное значение, выраженное **в стоимостной форме**, и некоторое количество реквизитов, которые в своей совокупности характеризуют определенную хозяйственную операцию или, в самом общем смысле, частное экономическое явление.

2.3. Сложные документы

Сложным или составным экономическим документом будем называть такой документ, который содержит несколько (более одного) или определенное ограниченное множество количественных, а значит выраженных числами, значений, присутствующих в этом документе. При этом каждому числовому значению в таком сложном документе соответствует зафиксированный за этим конкретным количественным значением перечень реквизитов. Исходим из предположения, что сложный документ может быть разбит на такое количество простых документов, каков перечень количественных, числовых значений в нем с закрепленными за каждым из этих значений реквизитами. Следует признать, что большая часть первичных экономических документов представлена простыми экономическими документами.

Таким образом, **сложный экономический документ** содержит в себе несколько количественных, числовых значений в стоимостной форме. Повторимся, утверждая, что позволительно исходить из предположения, что сложный экономический документ может быть разбит на столько простых документов, сколько количественных, числовых стоимостных значений, характеризующих хозяйственную операцию, в таком документе имеется. В получаемые таким образом простые экономические документы переходят из сложного документа соответствующие каждому количественному, числовому значению реквизиты.

Исходим из предположения, состоящего в том, что любое числовое значение в стоимостной форме простого или сложного документа, характеризующее некоторое экономическое явление, имеет конечный перечень реквизитов. Численность реквизитов может быть не менее одного при том, что верхняя граница количества реквизитов документа, будучи конечной, не ограничивается, но имеет разумные пределы.

2.4. Реквизиты экономических документов

Реквизитом простого документа называем отдельную качественную характеристику числового значения, содержащегося в этом документе (как правило, в стоимостной форме), определяющую специфическое свойство значащего числа. Реквизиты дают специфическое вербальное (иногда числовое) описание содержательных сторон фиксируемого или описываемого этим документом явления или события, подлежащего количественному измерению. Отдельный реквизит, присутствующий во всей совокупности простых документов, используемых для построения некоторой многомерной таблицы, качественно характеризует или отображает определенного рода числовые значения.

Каждый конкретный простой документ содержит в себе единственное количественное значение, величина которого представлена однозначно определенным числом. Как ранее было отмечено, такие числа, в большинстве случаев для решения экономических задач, представлены множеством рациональных чисел. Если рассматривать некоторую совокупность простых документов, составляющих имеющуюся в наличии базу данных, то количественные значения, соответствующие определенным реквизитам таких документов, варьируются в определенных допустимых пределах. Размеры или масштаб числовых величин или конкретных чисел, размещенных в таблице, варьируются в известных границах допустимых значений.

Такие границы допустимых значений числовой характеристики или конкретные числа соответствующих качественных характеристик в рамках конкретной таблицы обусловлены самим типом моделируемого таблицей явления.

2.5. Соответствие между документами, составляющими информационную базу, и содержательными значениями таблицы

Следует указать соответствие между реквизитами документов, представленных в информационной базе данных, и значащей информацией таблицы, построенной на основе этих документов. Нужно иметь в виду, что значащие данные, которые содержатся в документах информационной базы, представляют собой составные части информации, на основе которой строится модель определенного реального явления. Вся совокупность значащих данных простого документа информационной базы может быть разделена на две части. Во-первых, это числовое значение, которое в случае моделирования экономических явлений представлено по преимуществу в стоимостной форме. Если этот вид значащих данных экономического документа исчислен посредством натурального измерителя, то он, как правило, может быть переведен в стоимостную форму. Во-вторых, это вся совокупность реквизитов, каждый из которых качественно, главным образом вербальными средствами, характеризует единственное числовое значение отдельного экономического документа в стоимостной форме.

Все множество документов информационной базы, содержащее указанные в них значащие данные, представленные в каждом простом документе, преобразуется в составные части соответствующей таблицы. Такое преобразование имеет своим результатом фундаментальное однозначно выраженное разделение двух главных составляющих частей таблицы.

Одна из таких частей представлена количественными характеристиками, выраженными числовыми значениями в стоимостной форме. Такие стоимостные показатели обычно представлены в виде рационального числа.

Другая часть таблицы представлена всей совокупностью реквизитов, качественно характеризующих числовые значения в стоимостной форме, а значит и целостное явление, моделируемое данной таблицей. Эти качественные характеристики числовых значений, присутствующие в таблице, в свою очередь повторяют вербальные обозначения реквизитов всей совокупности простых документов.

Однако такие качественные характеристики числовых значений, обозначенные в таблице, в отличие от простого документа информационной базы, обычно представлены в сокращенной условной вербальной форме. Последнее обусловлено потребностью упрощения пользования таблицей. В тех случаях, когда такое сокращение затрудняет понимание смысла определенного качественного обозначения в вербальной форме, используются ссылки, расшифровки, определения, выносимыми за пределы таблицы.

2.6. Однородные базы данных

Для построения таблицы, в том числе многомерной, требуется иметь в наличии или сформировать базу данных, обладающую определенными специфическими свойствами. Совокупность этих свойств предполагает наличие принципиально важнейшего качества информационной базы, которое состоит в том, что она имеет форму, обуславливающую возможность непосредственно без предварительной подготовки в автоматическом режиме использовать эту базу для построения таблицы, в том числе многомерной. Такую базу, представленную в электронной форме, будем называть *однородной*.

Однородная база данных должна обладать следующими необходимыми свойствами. Во-первых, такая база данных должна быть составлена из простых (элементарных) документов. Во-вторых, все используемые для формирования таблицы реквизиты должны присутствовать в каждом простом документе, включаемом в эту базу. В-третьих, структура простых документов, используемых для построения таблицы, должна быть сходна или аналогична. Это означает, что последовательность и место аналогичных реквизитов должны совпадать во всех простых документах, входящих в такую базу. В-четвертых, размерность значащих стоимостных данных, содержащихся в этих простых документах, должна быть одинакова. В-пятых, значащие стоимостные данные должны иметь одинаковый характер. Это могут быть показатели, либо отображающие денежные потоки, либо показатели, выражающие собой составляющие денежных фондов. Другими словами, это могут быть либо денежные «потоки», либо денежные «запасы». В-шестых, такая база данных должна быть представлена в электронной форме.

Выполнение условий однородности базы данных предполагает наличие соответствующих требований к документам, составляющим такую базу данных. Эти требования к документам были указаны выше среди свойств,

предполагающих возможность отнесения информационной базы к классу однородных. Последнее подразумевает, что реквизиты и значащие данные иных документов, не соответствующих указанным условиям, которые могут оказаться в исходной информационной базе данных, не смогут быть встроены в данную многомерную таблицу.

При выполнении условий однородности исходной информационной базы простых первичных экономических документов, построение таблицы, в том числе многомерной, может быть автоматизировано и осуществляться без непосредственного прямого участия человека. Примером однородной базы может служить совокупность таких платежных документов, каким является «Платежное поручение (форма 0401060)». Форма этого документа рассматривается далее.

Проблема состоит в том, что в каждой стране существуют различные типы платежных документов, которые могут представлять интерес для включения их в информационную базу, используемую для построения многомерной таблицы. Более того, в разных странах могут быть приняты в принципе различные формы платежных документов.

Это препятствие в создании однородных баз данных преодолевается посредством использования международных признанных форм документов. Примером может служить формат данных в системе SWIFT (Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunications). Эта система представляет собой международную межбанковскую систему передачи информации и совершения платежей, созданную в 1973 г. Членами этой системы являются около одиннадцати тысяч финансовых организаций в более чем 200 странах. Через систему ежедневно проходит более 30 млн сообщений. В силу этих обстоятельств совокупности сообщений или платежных документов, проходящих через эту систему даже за относительно непродолжительные периоды времени, исчисляемые часами или даже минутами, вполне могут рассматриваться в качестве примера больших наборов данных (далее БНД).

Исследованию и анализу с позиций больших наборов данных (БНД) может подлежать такая информационная база экономических документов, в качестве которой выступает совокупность платежных документов, оформляемых за достаточно продолжительный период времени, характеризующих состояние и функционирование некоторого экономического субъекта.

Субъектом, существование и функционирование которого, предполагается характеризовать информационной базой БНД, составленной из простых экономических документов, допустимо быть достаточно крупной территории, на которой действуют множество юридических и физических лиц. В частности, это может быть территория крупного муниципального образования или субъекта федерации РФ. Также в качестве исследуемого субъекта возможно представить совокупность компаний и предприятий некоторой отрасли производства.

3. Система осей многомерной таблицы

3.1. Понятие оси таблицы

Каждому реквизиту, содержащемуся в простейшем (элементарном) документе, представленном в избранной базе данных, может соответствовать отдельная *ось* многомерной таблицы.

Ось многомерной таблицы представляет собой одномерный вектор или отрезок в одномерном евклидовом пространстве, имеющий начальную точку, направление и величину или протяженность, который может быть разделен на части или отдельные единичные отрезки. В данном рассматриваемом самом общем случае, а именно в случае выполнения функции отдельной оси многомерной таблицы отрезки, составляющие величину или длину вектора, не могут быть разделены на более мелкие части или объединены в более крупные отрезки. Такое разделение вектора, рассматриваемого с позиций выполнения функций оси многомерной таблицы, может быть названо масштабом оси многомерной таблицы.

Осью координат также может быть назван *вектор, представляющий собой одномерный массив данных*.

Общее представление об оси многомерной таблицы в значительной степени сходно с понятием оси координат в декартовой системе координат.

3.2. Взаимное расположение осей таблицы

Система осей многомерной таблицы в наиболее удобном виде может быть представлена в форме прямоугольной декартовой системы координат со взаимно перпендикулярными осями в многомерном евклидовом пространстве.

Сделаем предположение, что отдельные оси многомерной таблицы могут быть расположены друг относительно друга под углом 90 градусов. В этом случае используется прямоугольная система координат в построении многомерной таблицы.

Система осей многомерной таблицы формирует также *многомерное векторное пространство* размерности, соответствующей количеству таких осей.

3.3. Отображение реквизитов документов исходной базы данных в форме осей многомерной таблицы

Множество реквизитов, качественно описывающих определенную количественную характеристику экономического явления, может быть сколь угодно большим. Каждый реквизит документов исходной базы данных приобретает форму определенной оси многомерной таблицы.

Число осей многомерной таблицы может равняться количеству реквизитов или быть меньше числа реквизитов экономически значимого документа, содержащего количественное значение, характеризующего некоторое экономическое явление. Примером документа, из множества которых формируется исходная база данных, может являться платежный документ или приказ банку о перечислении денежных средств. Такие документы учитываются в формируемой таким образом модели экономического явления.

Если представить отдельную ось многомерной таблицы в геометрическом пространстве, то такая ось, как уже говорилось, может быть изображена в форме вектора, который разделен на равные единичные отрезки. Будем полагать, что каждый из таких отрезков представляет собой **деление** на этой оси. На каждой оси многомерной таблицы откладываются деления, которые могут быть соответствующим образом идентифицированы.

Наименование каждой оси должно соответствовать названию определенного реквизита документов, составляющих исходную базу данных. Такое наименование каждой отдельной оси таблицы может быть представлено в краткой или условной форме, отображающей формулировку названия соответствующего реквизита документов исходной базы. Нужно иметь в виду то обстоятельство, что наименование оси содержится в имени каждого деления на этой оси также в краткой или условной форме.

3.4. Деления на осях таблицы. Коды делений на осях таблицы

Идентификация делений на каждой оси таблицы осуществляется посредством присвоения каждому делению уникального неповторимого в рамках данной таблицы **кода**. Цифровое и буквенное обозначение кодов имеют определенную структуру. Обозначение кода каждого деления должно быть уникальным и более не повторяемым в пределах рассматриваемой многомерной таблицы. Такой код должен содержать указание на ось, которой принадлежит это деление. Кроме того, обозначения кодов должны указывать на определенную последовательность их расположения на оси. В простейшем случае коды должны содержать в своих обозначениях последовательную нумерацию, например числами натурального ряда, включая ноль. Кроме того, упорядоченность делений посредством присвоения им кодов может быть определена последовательностью буквенных обозначений, принятых в принятом для обозначения алфавите. Код деления, проставляемый на каждой оси многомерной таблицы, имеет формальное значение, поскольку предназначен лишь для упорядочения расположения значащих качественных и количественных данных в этой таблице.

Как уже говорилось, код деления на оси требуется только за тем, чтобы указывать место положения любой ячейки в многомерной таблице,

являясь одной из координат ячейки. Последовательность делений, откладываемых на каждой оси таблицы, имеет однозначную направленность. Такой код не несет какой-либо качественной информации, характеризующей экономическое явление. Например, в программном продукте Microsoft Excel двумерные таблицы или матрицы имеют следующие кодовые обозначения двух осей таких таблиц. Деления по вертикальной оси, которые привязаны к строкам этой матрицы, обычно обозначаются числами натурального ряда. Именно этот способ обозначения кода делений на вертикальной оси такой матрицы указывает на тип данной оси. В отличие от этих обозначений деления на горизонтальной оси такой матрицы чаще всего принято обозначать заглавными или прописными буквами латинского (английского) алфавита. Такая форма кодов ячеек на горизонтальной оси матрицы привязана к числовым значениям в столбцах таблицы. Координаты отдельных ячеек такой матрицы находят свое выражение в форме сочетания этих двух кодов делений на двух осях таблицы (например A1).

Однако иногда принимается стиль, условно обозначаемый R1C1, в котором последовательность и столбцов, и строк определяется числами натурального ряда. Вместе с тем принадлежность к определенной оси кода деления обозначается латинскими буквами R или C (R – row – строка, C – column – столбец). Координата ячейки таблицы R1C1 означает: первая строка, первый столбец. Таким образом, признаком привязанности кода к делению на заданной оси выступает присутствие в обозначении этого кода определенной буквы латинского алфавита. В случае таблиц Excel это две буквы R или C. Второй знак в обозначении кода в рассматриваемом случае таблиц Excel есть число натурального ряда, которое определяет последовательность расположения делений на определенной оси. Нужно признать, что этот способ или стиль обозначения делений на осях таблицы предпочтителен, поскольку позволяет более точно определить место деления на оси и не ограничен количеством букв или знаков алфавита.

3.5. Имя деления на оси таблицы

Вместе с тем, информация, несущая в себе качественную характеристику моделируемого явления, должна быть привязана к определенному делению на любой оси многомерной таблицы. Такая качественная характеристика в данном случае совершенно необходима. Качественную информацию, характеризующую экономическое или иное явление, несет в себе необходимое вербальное обозначение, которое фактически является описанием некоторой стороны моделируемого явлением или одной из частных качественных характеристик такого явления. Это описание или частичная характеристика привязано ко всякому делению на каждой оси таблицы. Такое вербальное или словесное описание одной из характеристик

моделируемого явления, которое закрепляется за каждым делением на любой оси многомерной таблицы, несет необходимую качественную информацию экономического или иного явления, будем называть **именем деления**. Следовательно, кроме кодирования или нумерации делений на осях многомерной таблицы каждое деление на любой оси имеет свое уникальное, более нигде не повторяемое в пределах той же таблицы или на той же оси **имя**.

Таким образом, имя деления, которое присваивается каждому единичному отрезку или делению на осях многомерной таблицы, как раз и выступает одной из форм качественной характеристики количественных значений или цифр в этой таблице. Например, в традиционной практике составления двухмерных статистических таблиц или матриц на вертикальной оси за делениями, обозначенными соответствующими кодами этой оси, закрепляются некоторые качественные характеристики числовых значений таблицы, располагающихся в строках. Совокупность таких качественных характеристик принято называть «подлежащим таблицы». К делениям на горизонтальной оси такой таблицы, обозначенным соответствующими кодами, прикрепляются другие качественные характеристики для описания количественных значений, которые располагаются в столбцах данной таблицы. Совокупность последних имен делений принято называть «сказуемым таблицы».

Таким образом, любая ось таблицы разбита на единичные отрезки, называемые делениями осей, каждый из которых обозначен соответствующим кодом. Функция кодов делений, размещаемых на осях таблицы, состоит в установлении упорядоченности расположения делений на каждой оси. Такая упорядоченность обеспечивается нумерацией, которая присутствует в обозначении всякого кода. Коды делений не несут в себе информации, которая служила бы качественной характеристикой моделируемого явлением. Такую информацию несет указанное ранее имя деления оси.

3.6. Индикация расположения кодов и имен делений таблицы

Совокупность кодов делений и имен делений, последовательно расположенных на некоторой выделенной оси таблицы, можно представить как специфическую форму одномерной таблицы. В ячейках этой выделенной одномерной таблицы содержатся не количественные значения, а определенные формальные в случае обозначения кодов или же вербальные качественные характеристики, можно сказать, описания экономического или иного явления.

Далее будем предполагать, что такая одномерная таблица, имеющая единственную ось, содержит два ряда обозначений. За каждым делением оси закреплены эти два обозначения – код деления, а также имя деления.

Один ряд содержит в себе обозначения кодов определенных делений. Другой ряд – это обозначения имен делений. Можно сказать, что к оси в форме вектора, разбитой на деления, прикреплены два ряда ячеек, один из которых содержит ячейки с кодами делений, а другой ячейки с именами соответствующих делений.

Такое представление отдельной оси с прикрепленными к ее делениям кодами и именами не противоречит сформулированному ранее определению таблицы. Это определение требует наличия в таблице количественных характеристик, выраженных числовыми значениями. В данном случае нужно принять во внимание то обстоятельство, что отдельную ось в рамках таблицы рассматриваем как составную часть этой многомерной таблицы, но не в качестве отдельной самостоятельной таблицы.

Таким образом, каждая отдельная ось таблицы служит средством соединения некоторой качественной характеристики экономического или иного явления, с одной стороны, и количественной характеристики того же самого явления, с другой стороны. Как уже ранее отмечалось, количество осей многомерной таблицы может равняться числу реквизитов исходных документов информационной базы или быть меньше этого количества. Субъект, формирующий таблицу, имеет возможность выбора количества осей таблицы в пределах состава реквизитов, присутствующих в документах исходной базы, что определяется задачами, средством решения которых выступает создаваемая модель явления в форме таблицы.

Каждый реквизит всей совокупности простейших или элементарных документов несет в себе определенный тип качественной характеристики некоторого экономического явления. Можно сказать, что отдельный реквизит всей суммы простейших первичных документов представляет одну из сторон общей качественной характеристики моделируемого явления. В качестве примера можно указать некоторую совокупность платежных документов – платежных поручений, в которых присутствуют такие стандартные реквизиты, как «Платательщик», «Получатель», «Назначение платежа» и т. д. Указанным реквизитам определенного набора простейших документов соответствуют оси многомерной таблицы, которые могут быть названы следующим образом: «Ось платательщиков», «Ось получателей». «Ось назначения платежа».

Используемая для построения таблицы информационная база, представляющая собой определенное множество простейших документов, вполне очевидно разбивается или распадается на отдельные такого рода документы. При этом каждый отдельный документ содержит в себе всю совокупность частных, принадлежащих именно этому документу реквизитов. Вместе с тем, следует помнить, что каждая ось таблицы разбита на единичные деления.

Теперь нетрудно представить себе, что каждому частному реквизиту, который содержится в отдельном документе, соответствует вполне определенное деление на заданной реквизитом оси таблицы, отображающей

именно данный тип реквизита. Если рассматриваем такой реквизит простых документов, каким является «Плательщик», которому отвечает ось таблицы с названием «Ось плательщиков», то конкретному плательщику, указанному в документе, соответствует вполне определенное деление на этой оси.

В силу того, что в данном документе имеется только лишь одно количественное значение, характеризующее частное явление прохождения определенного платежа, в таблице присутствует также единственное числовое значение, выражающее денежный поток в стоимостной форме.

Для того чтобы выделить в многомерной таблице числовое значение, содержащееся в отдельном выделенном документе, требуется на каждой оси таблицы, соответствующей отдельному реквизиту, имеющемуся в этом документе, зафиксировать определенное деление, имеющее код и заданное имя. Эта совокупность определенных делений, обозначенных кодами и именами на каждой оси таблицы, указывает на единственное числовое значение в таблице, соответствующее числовому значению или числовому реквизиту избранного документа.

4. Ячейка таблицы и координаты ее расположения

4.1. Понятие ячейки таблицы

Таким образом, место расположения определенного числового значения в таблице, соответствующее конкретному набору делений на всех осях, обозначенных соответствующими кодами, представляет собой элементарный или единичный многомерный прямоугольник. Предполагаем, что используется прямоугольная система координат в многомерном пространстве. Код каждого фиксированного деления на определенной оси таблицы будем называть координатой этого деления. Совокупность фиксированных координат на всех осях таблицы, определяющих местоположение определенного конкретного единичного прямоугольника, который содержит отдельное числовое значение, будем называть **ячейкой** данной таблицы.

Ячейкой многомерной таблицы называем обозначение места расположения отдельного значащего числа в такой таблице. Другими словами, ячейка есть элементарный или единичный многомерный прямоугольник в пространстве многомерной таблицы. Каждая ячейка фиксируется вполне определенными координатами. Система координат всякой многомерной таблицы формируется посредством построения совокупности определенным образом взаимосвязанных или взаиморасположенных осей многомерной таблицы. В качестве **координат ячеек** выступают коды делений на каждой оси многомерной таблицы, соответствующие местоположению этих ячеек.

4.2. Координаты расположения ячейки таблицы

Общая совокупность делений, обозначенных кодами, на всех осях многомерной таблицы, привязана ко всему множеству конкретных числовых значений, расположенных в ячейках, представленных в таблице.

Если рассматривать многомерную таблицу с позиций функций нескольких переменных или аргументов, то оси многомерной таблицы соответствует шкала, имеющая дискретные значения, определенного аргумента такой функции.

В простейшем случае одномерной таблицы к каждому делению, обозначенному соответствующим кодом, единственной оси прикрепляется только лишь одна ячейка, которая содержит количественное значение исходного простого документа. Всему множеству исходных документов отвечает ряд числовых значений, характеризующихся единственным реквизитом исходных документов, который отображается рассматриваемой единственной осью такой таблицы.

4.3. Название таблицы

В общем случае предполагается, что анализу подлежит множество явлений, в том числе экономических явлений, исследование которых может осуществляться посредством формирования различных многомерных таблиц. В силу этого обстоятельства требуется различать такие таблицы посредством обозначения их наименованиями или именами. Такие наименования таблиц естественным образом должны соответствовать общим обозначениям моделируемых явлений. Вместе с тем, имена таблиц могут быть определенным образом формализованы. Дело в том, что возможности использования многомерных таблиц весьма широки, что позволяет объединять исследование разных явлений в единый процесс. В последнем случае различные таблицы могут быть объединены в одну общую многомерную таблицу.

В качестве общего примера анализируемого класса экономических явлений выберем совокупность множества актов перевода денежных сумм от одного хозяйствующего субъекта к другому. Эта операция опосредована переводом денежных сумм с одних банковских счетов на другие. Для совершения такого действия каждый владелец счета, а значит и средств, размещенных на этом счете, должен дать приказ банку, который открыл этот счет, на совершение указанной операции. Такой приказ должен содержать информацию, необходимую для проведения этой финансовой операции. Указанное финансовое действие или операция должно быть описано некоторым числом необходимых для совершения данного действия характеристик, которые в банковских документах называются реквизитами.

Различными формами приказа о перечислении денежных средств с одного счета на другой, направляемого хозяйствующим субъектом банку, могут выступать: «Платежное поручение» (форма 0401060); «Инкассовое поручение»; «Платежное требование», «Заявка на кассовый расход УФК».

Такого рода документы содержат вполне определенные, несущие смысловое значение реквизиты. Эти реквизиты, будучи качественными или количественными характеристиками банковских операций, являются необходимыми для исследования денежных потоков, составляемых из денежных перечислений между банковскими счетами. Количество таких перечислений чрезвычайно велико. Это количество даже для относительно непродолжительных периодов времени в рамках территории отдельного субъекта федерации исчисляется десятками и сотнями тысяч, что может характеризоваться понятием «большие наборы данных».

5. Лабораторная работа 1

Для заполнения платежных документов используются установленные ЦБ РФ формы. В такие формы вносятся следующие, имеющие экономический смысл реквизиты.

5.1. Платежное поручение (форма 0401060) (рис. 1)

1. Сумма платежа
2. Дата подачи (составления) платежного поручения
3. Номер платежного поручения.
4. Вид платежа.
5. Наименование плательщика.
6. Банк отправителя платежа
7. Адрес банка плательщика
8. Номер счета плательщика.
9. БИК банка плательщика.
10. Номер корреспондентского счета банка плательщика.
11. Единица измерения (руб.)
12. Назначение платежа (вид продукта, услуги)
13. Наименование получателя платежа
14. Номер счета получателя платежа в банке получателя (расч. счет, лиц. счет)
15. ИНН получателя платежа
16. КПП получателя платежа
17. Банк получателя платежа (наименование)
18. БИК банка получателя.
19. Корреспондентский счет банка получателя

Бланк наиболее распространенного документа, такого как платежное поручение в бумажном исполнении, представлен в следующей форме (рис. 1).

(форма)
0401060

2

Поступ. в банк
плат.

Списано со сч.
плат.

ПЛАТЕЖНОЕ ПОРУЧЕНИЕ № 3

2

4

Дата

Вид платежа

Сумма
прописью 1

ИНН	КПП	Сумма	1	
Плательщик 5		Сч. № 8		
Банк плательщика 6		БИК 7; 9 Сч. № 10		
Банк получателя 17		БИК 18 Сч. № 19		
ИНН 15	КПП 16	Сч. № 14		
Получатель 13		Вид оп.	Срок плат.	
		Наз. пл.	Очер. плат.	
		Код	Рез. поле	
14				
Назначение платежа 12				

Подписи

Отметки банка

Рис. 1. Установленная ЦБ РФ форма платежного поручения (форма 0401060)

Пример заполненного платежного поручения выглядит следующим образом (рис. 2):

15.10.2021		_____	
Поступ. в банк плат.		Списано со сч. плат.	04010 60
ПЛАТЕЖНОЕ ПОРУЧЕНИЕ № 156		15.10.2021	<input type="checkbox"/>
		Дата	Вид платежа

Сумма прописью | Сорок две тысячи рублей 00 копеек

ИНН 2581562456	КПП 225566885	Сумма	42000-00		
ООО «Мечта»		Сч. №	40702810100000000889		
Плательщик		БИК	044556000		
ОАО «Банк Восход», г. Тюмень		Сч. №	30101810000000000233		
Банк плательщика		БИК	044582000		
ЗАО «Банк Запад», г. Нижневартовск		Сч. №	40702810100000000221		
Банк получателя		Сч. №			
ИНН 2156225545	КПП 225985626	Вид оп.	01	Срок плат.	
Получатель		Наз. пл.		Очер. плат.	6
		Код		Рез. поле	

Подписи	Отметки банка
М.П. _____ <i>Смирнов</i>	_____ <i>Маслюкова</i>

Рис. 2. Условный пример заполненного платежного поручения

Другие формы ранее указанных платежных документов (инкассовое поручение и платежное требование) содержат практически те же самые реквизиты, имеющие экономический смысл.

5.2. Реквизиты заявки на кассовый расход в управлении ФК

1. Сумма платежа
2. Дата заявки
3. Номер заявки
4. Вид платежа
5. Наименование плательщика
6. Банк отправителя: УФК по Свердловской области
7. Адрес банка отправителя (УФК)
8. Номер лицевого счета плательщика в УФК
9. Код территориального органа Федерального казначейства (КОФК)
10. Управление Федерального казначейства
11. Единица измерения: (руб.).
 - 11.1. Договор №
 - 11.2. Дата договора
12. Назначение платежа (вид продукта, услуги)
13. Наименование получателя платежа;
14. Номер счета получателя платежа в банке;
15. ИНН получателя платежа;
16. Банк получателя платежа (наименование);
17. БИК банка получателя платежа
18. Корреспондентский счет банка получателя платежа

В ежедневном режиме субъектами хозяйствования страны осуществляется заполнение весьма значительного количества платежных документов, исчисляемых миллионами экземпляров. Будем полагать, что направление в банки всех этих платежных документов имеет своим результатом перечисление денежных средств с одних банковских счетов на другие. Совокупность таких перечислений формирует денежные потоки между субъектами экономики, такими как компании, организации, учреждения, представляющими юридические лица, или физическими лицами. Эти субъекты могут быть сгруппированы, исходя из их отраслевой принадлежности, сфер деятельности, территориального расположения.

Каждый банк (банковская кредитная организация) осуществляет свою деятельность, благодаря функционированию современных систем электронной обработки банковских данных и операций, получивших название автоматизированная банковская система (АБС). Такие электронные автоматизированные системы, составленные из комплекса компьютерных технических устройств, оснащенных программными средствами,

получившими название «операционный день банка», сохраняют на запоминающих устройствах–носителях памяти электронные копии всех исполненных платежных документов практически за любые периоды времени.

Если предположить, что имеется доступ к значительной по своему объему совокупности электронных копий платежных документов множества банков, то открывается возможность проведения различного рода операций со всем объемом данных, содержащихся в электронных копиях таких платежных документов. Одной из главных такого рода операций следует признать суммирование отдельных или единичных денежных перечислений. Такое суммирование позволяет выявить определенные денежные потоки, которые связывают субъектов хозяйствования между собой, с организациями, учреждениями, с государственными денежными фондами. Таким образом, представляется возможным выявить денежные потоки, связывающие различные отрасли производства, секторы экономики, экономические территории внутри страны или за ее пределами.

Для проведения операций суммирования следует выделить из всей совокупности реквизитов, содержащихся в платежных документах, один главный для осуществления анализа денежных потоков реквизит, каковым является денежная сумма, переводимая с одного банковского счета на другой. Таким образом, все реквизиты платежных документов разделяются на две части. С одной стороны, это сумма перечисляемых денежных средств (реквизит под номером 1 в представленном списке), а с другой, все остальные реквизиты. Эта вторая часть реквизитов платежного документа представляет собой различного рода характеристики суммы перевода.

Из всей совокупности реквизитов, присутствующих в платежных документах, представляется возможным выделить такие, которые позволяют характеризовать денежные потоки, а значит несут или содержат в себе определенный экономический смысл. Вместе с тем, среди представленных на рис. 1 и 2 реквизитов платежных документов присутствуют такие, которые имеют по преимуществу технический смысл и не характеризуют в явной форме экономические явления, такие как формирование денежных потоков или денежных фондов, субъектов экономических отношений, связанных такими потоками. К таким техническим реквизитам следует отнести, например, номер платежного поручения, подписи ответственных лиц, а также некоторые другие.

Наиболее существенными и важными для экономического анализа денежных потоков и денежных фондов реквизитами платежных документов представляются такие, которые определяют субъектов денежных расчетов, а именно плательщика и получателя указанного платежа, местоположение каждого из этих субъектов, причину платежа, дату исполнения платежа и некоторые другие.

Нужно заметить, что реквизиты, несущие в себе такую информацию, представлены в виде определенного рода стандартизированных цифровых кодов. Это последнее обстоятельство в принципе упрощает и облегчает задачу перевода в цифровую форму представленных данными реквизитами экономических явлений.

Каждый из реквизитов, представленных в платежном документе, разворачивается в определенное число конкретных значений. Например, наиболее крупное административное деление территорий внутри страны представлено субъектами федерации. В соответствии со статьей 65 действующей Конституции выделяются 85 субъектов РФ. Каждый из субъектов РФ может быть обозначен определенным числовым кодом. Нужно признать, что кодификация субъектов РФ неодинакова в информационной классификации, предназначенной для разных целей. В частности, в банковской сфере код субъекта РФ, в котором располагается банк, а следовательно, и банковский счет клиента зашифрован в таком реквизите платежных документов, каким является банковский идентификационный код (сокращенное название БИК). БИК состоит из 9 знаков, из которых второй и третий знаки представляют собой код региона (субъекта РФ). Кроме того, КПП (код причины постановки на учет), составленный также из 9 знаков, содержит код региона в первых двух знаках.

В силу указанного обстоятельства каждый из реквизитов платежного документа может быть развернут в некоторую шкалу числовых значений. Количество числовых делений, устанавливаемых на такой шкале, имеет нижнюю границу в два деления. Верхняя граница числа (числа натурального ряда) таких делений практически не ограничена при условии экономической осмысленности каждого из этих делений. Например, число коммерческих компаний в стране в 2020 г. составило 2,82 млн.¹

Простейшая форма табличного вывода данных, полученных посредством сложения денежных сумм, содержащихся в значительном числе платежных документов, может быть представлена в виде столбца значений таких сумм, соответствующих каждому определенному делению шкалы избранного для исследования реквизита платежного документа. Таким образом, видится возможным построить одномерную таблицу, составленную из числовых значений денежных сумм, представляющих соответствующие деления шкалы данного отдельного реквизита платежного документа. Допустим, что требуется установить денежные суммы, поступающие некоторому субъекту из разных регионов страны - субъектов РФ. Тогда можно получить одномерную таблицу, составленную из денежных сумм, поступающих данному субъекту от каждого из 85-и регионов – субъектов РФ. Трудно предположить, что существует такой хозяйствующий субъект, который экономически связан со

¹ <https://www.tadviser.ru/index.php>

всеми субъектами РФ, поэтому часть делений на данной шкале реквизита, извлеченного из платежного документа, останется нулевой.

Для измерения денежных потоков, отображающих особый вид движения некоторой специфической субстанции, которая представляет собой форму материализации экономических или финансовых отношений, каковыми, собственно, и являются деньги. Поскольку денежные потоки есть форма движения, то естественной мерой этого движения, как и во всех прочих случаях, является время. Реквизит времени присутствует во всяком платежном документе. В силу этого обстоятельства оказывается возможным строить одномерные таблицы, представляющие собой временные ряды объемов перечисляемых денежных средств.

Поскольку число пространственных и временных рядов, формируемых на основе использования реквизитов больших наборов данных платежных документов, чрезвычайно велико, видится возможным строить многообразные зависимости между показателями таких рядов. В частности, мыслится возможным строить корреляционные зависимости и функции регрессий.

6. Лабораторная работа 2

6.1. Построение таблиц различной размерности

Одномерные таблицы повсеместно используются в хозяйственной практике, несмотря на свою простоту, они несут в себе важную экономическую информацию. Для упрощения анализа таких таблиц можно использовать ранжирование значащих данных в рассматриваемых пространственных рядах. Таблицы данного вида можно построить для любого из реквизитов, имеющихся в платежных документах.

Несколько более сложная форма таблицы, построенной на основе данных, содержащихся в платежных документах, может быть представлена так называемой матрицей, или двухмерной таблицей. В качестве столбцов и строк такой формы представления данных выступают деления на шкалах двух разных реквизитов, содержащихся в платежных документах. Такие таблицы могут нести заметно большее количество информации, необходимой для анализа экономических явлений. Однако такая форма таблицы более сложна для непосредственного восприятия. Каждая цифра в данной матрице формируется исходя из делений на шкалах двух реквизитов исходных документов. Эта цифра соответствующим образом расположена на пересечении определенной строки и столбца, соответствующих этим делениям шкал двух реквизитов платежных документов. Двумерные таблицы можно строить, используя любые пары реквизитов, присутствующих в платежных документах. Такого рода шкалы значений отдельных реквизитов можно обозначить осями данной двухмерной таблицы.

Видится возможным еще более расширить и усложнить форму подобного рода таблиц. Это может быть сделано посредством введения в таблицы показателей шкалы дополнительного третьего реквизита, формируемого на основе данных, содержащихся в платежных документах. Это означает, что каждый показатель величины денежного потока в такой таблице характеризуется определенными делениями на шкалах трех реквизитов платежных документов, выражающих конкретные значения этих реквизитов. Такое значение частичного денежного потока находится на пересечении вертикалей, опущенных из рассматриваемой ячейки на соответствующие оси этой таблицы. Такая таблица довольно сложна для непосредственного восприятия показателей денежных потоков, размещенных в отдельных ячейках этой таблицы.

Визуально такие таблицы могут восприниматься в форме некоторой объемной трехмерной структуры. Проще всего такую таблицу можно представить как совокупность трех осей координат, размещенных одна относительно к другой как обычно под углом 90 градусов.

Если деления на каждой из осей размещены одинаковым образом, а именно на одинаковом условно избранном расстоянии, то получим одинаковые формы отдельных ячеек равносторонних трехмерных кубиков. При этом в каждом делении на любой из трех осей такой таблицы может содержаться отличное от других осей количество установленных единиц отдельных показателей трех избранных реквизитов платежных документов. Таким образом, каждая из таких ячеек в форме элементарного кубика хранит в себе числовой показатель денежного потока, соответствующий значениям трех шкал реквизитов на соответствующих осях таблицы. Аналитическая работа с данными, содержащимися в такого рода таблице, возможна только с использованием специальных программных инструментов или средств, с помощью которых можно извлекать из трехмерной таблицы ее части в форме одномерных или двухмерных таблиц.

Представленную в данном случае простейшую многомерную таблицу, а именно трехмерную таблицу, видится возможным рассматривать в качестве своеобразной функции. В качестве аргументов или независимых переменных данной функции выступают деления на каждой из осей этой многомерной таблицы. К делениям, обозначенным на осях многомерной таблицы, привязаны или за ними закреплены определенные экономически значимые реквизиты ранее рассмотренных платежных документов.

Значениями самой функции в случае многомерной таблицы выступают денежные суммы, подлежащие перечислению или перечисляемые, содержащиеся в отдельных ячейках этой таблицы. Такие перечисляемые суммы представляют собой элементарные денежные потоки, характеризующиеся аргументами, откладываемыми на осях многомерной таблицы, а следовательно, реквизитами платежных документов.

Простейшую трехмерную таблицу можно последовательно расширять и усложнять, включая в рассмотрение большее количество реквизитов, содержащихся в исходных платежных документах. Введение в учет и рассмотрение дополнительных реквизитов находит свое проявление в расширении таких таблиц. Это достигается посредством добавления в таблицы дополнительных осей, представленных соответствующими шкалами, показывающими числовые характеристики вновь вносимых в рассмотрение реквизитов. Такое добавление вновь вводимых осей позволяет проводить более детальный анализ денежных потоков, информация о которых может содержаться в платежных документах.

Каждое внесение дополнительного реквизита платежных документов в рассмотрение и анализ денежных потоков находит свое внешнее проявление в прибавлении к прежним еще одной оси в таблице. Ранее рассмотренная трехмерная таблица может быть дополнена четвертой осью, отображающей еще один вводимый в рассмотрение реквизит.

Потребности исследования различных сторон такого экономического явления, в качестве которого выступают денежные потоки внутри страны или плюсом денежные потоки, связывающие разные страны, побуждают увеличивать количество осей составляемой таким образом таблицы. Представленная в качестве примера, возможность построения четырехмерной таблицы потребовала использования далеко не всех, имеющихся в платежных документах реквизитов, а лишь сравнительно небольшой их части. Вообще говоря, видится возможным представить себе построение многомерных таблиц гораздо больших размерностей. Реальную границу увеличения размерности многомерной таблицы, может положить только лишь наличие достаточного числа реквизитов, содержащихся в платежных документах.

В данном случае нужно принять во внимание, что отдельные реквизиты платежных документов, перечисление которых приведено ранее и может быть обнаружено, в частности, в форме платежного поручения (см. рис. 1, 2), в реальности может быть увеличено в силу того обстоятельства, что указанные в качестве реквизитов поля для заполнения таких документов содержат коды, в которых зашифрованы несколько значащих характеристик осуществляемых платежей. Это хорошо видно в составе кодов БИК, КПП, номера счета клиента, корреспондентском счете банка, а также в других заполняемых полях этих платежных документов.

Внешний вид трехмерной таблицы, три оси измерений которой имеют разное количество делений, может быть представлен в виде прямоугольного параллелепипеда. В частном случае, когда количество делений на каждой из осей такое же, как на двух других осях, такой параллелепипед принимает форму куба. В том случае, когда количество осей в многомерной таблице более трех, внешний вид такой таблицы превращается в многомерный

параллелепипед. Представить себе внешний вид таких многомерных объемных фигур видится весьма затруднительным. Однако с этими фигурами, которые внешне могут представляться в своеобразной геометрической форме, видится возможным совершать те же самые логические или геометрические операции, что и с трехмерными параллелепипедами. Простейшая и наиболее важная для анализа данных таблицы операция состоит в идентификации положения всякой отдельной ячейки посредством проведения перпендикуляра из этой ячейки на каждую из осей таблицы.

Таким образом графически или геометрически устанавливается определенное место всякой ячейки, содержащей значащий показатель денежного потока, который содержится в некотором платежном документе. Это место однозначно определяется делениями на всех осях данной многомерной таблицы, на которые опущен перпендикуляр из этой ячейки.

Как уже было сказано, непосредственно пользоваться многомерной таблицей для анализа денежных потоков не представляется возможным ввиду того, что данные в ячейках не подлежат прямому зрительному восприятию. В силу этого обстоятельства следует рассмотреть основные операции, которые могут быть совершены с такой таблицей, с тем чтобы извлечь необходимую для анализа денежных потоков информацию.

6.2. Трехмерные таблицы

Первоначально полагаем целесообразным рассмотреть простейшую из многомерных таблиц, а именно трехмерную таблицу. Условную графическую модель такой таблицы можно представить на рисунке (рис. 3).

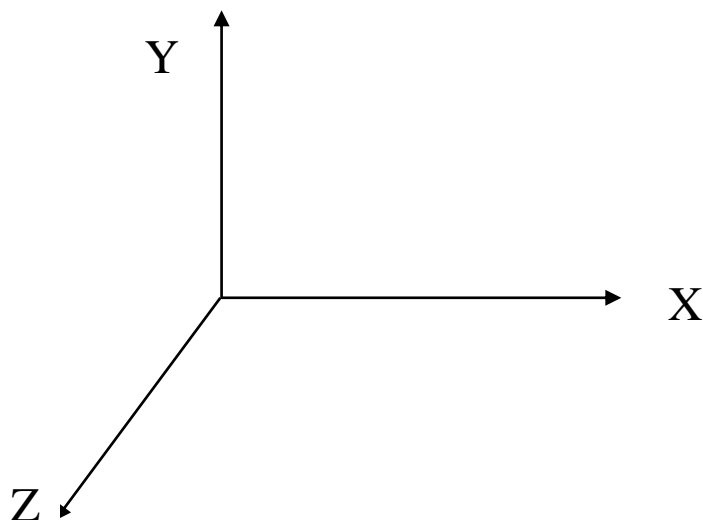


Рис .3. Графическая модель трехмерной таблицы

На осях представленной трехмерной таблицы, обозначенных латинскими буквами X , Y , Z , будем откладывать определенные реквизиты рассмотренных ранее платежных документов.

Примем следующие условия формирования трехмерной модели денежных потоков, характеризуемых определенными реквизитами, содержащимися в имеющейся в наличии информационной базе платежных документов. В соответствии с имеющимися реквизитами в представленных платежных документах, а именно заявки на кассовый расход в управлении УФК, по оси, обозначенной латинским символом X , будем откладывать реквизит № 13 «Наименование получателя платежа».

По оси, обозначенной символом Y , будем откладывать реквизит № 12 «Назначение платежа» (оплачиваемый продукт). По оси, обозначенной символом Z , откладываем реквизит № 17 «БИК банка получателя платежа».

На основе таким образом построенной модели денежных потоков представляется возможным осуществлять исследование и анализ отдельных составляющих денежных потоков на базе имеющихся в платежных документах больших наборов данных. Далее в представленных методических указаниях будут последовательно рассмотрены основные типы операций, которые могут производиться с многомерными таблицами. Такие таблицы содержат в своих ячейках количественные показатели, отображающие элементарные денежные потоки, перетекающие от одних субъектов экономики к другим. К одной из главных такого рода простейших операций следует отнести различного типа сечения рассматриваемых многомерных таблиц.

7. Лабораторная работа 3

7.1. Сечения многомерной таблицы

Термин «сечение» в данном контексте буквально означает своеобразное вырезание или выделение определенной части из целостной многомерной таблицы. Такое выделение, вырезание, обозначенное выше высечение или же просто сечение многомерной таблицы находит свое внешнее проявление в понижении размерности многомерной таблицы. В данном случае рассматривается самая простая форма многомерной таблицы, а именно трехмерная таблица. Исходим из того, что одномерные и двухмерные таблицы не следует относить к классу многомерных таблиц.

Проведение сечений такой многомерной таблицы фактически означает понижение размерности этой таблицы, а значит сокращение количества аргументов или независимых переменных получаемой в сечении функции до числа оставшихся в сечении осей. Таким образом одномерное сечение представляет собой функцию одного аргумента или одной переменной. Это

означает, что значения функции, размещенные в ячейках одномерной таблицы, имеют только одну значащую характеристику, а именно один реквизит платежных документов. Двумерные сечения естественным образом могут быть представлены в качестве двумерной таблицы, а следовательно, функции двух аргументов или двух независимых переменных.

Таким образом, всякая операция сечения многомерной таблицы состоит в понижении размерности всякой конкретной таблицы. В данных методических указаниях рассматриваются случаи понижения размерности трехмерной таблицы посредством проведения операций сечения до следующих уровней размерности. Это сечения, позволяющие понизить уровень размерности трехмерной таблицы до нулевого уровня, одномерного уровня и двумерного уровня. Двумерные таблицы принято называть матрицами.

7.2. Сечение нулевой размерности

Одна из простейших операций, которую можно осуществить с многомерной таблицей (в данном случае трехмерной таблицей), состоит в том, чтобы извлечь значение всякой определенной ячейки в соответствии с известными координатами на осях. Такая операция представляет собой осуществление или проведение такого сечения многомерной таблицы (в данном случае трехмерной таблицы), результатом которой является выделение таблицы нулевой размерности. Посредством этой простейшей операции оказывается возможным установить сумму денежного перечисления (элементарного денежного потока), осуществляемого на основании конкретного платежного документа, реквизиты которого известны.

Впрочем, возможно и обратное действие. Выделив некоторую ячейку в рассматриваемой трехмерной таблице, такая ячейка представляет собой таблицу нулевой размерности вместе с содержащейся в ней суммой перечисления (элементарным денежным потоком), можно установить определенные реквизиты, указанные на соответствующих осях представленной трехмерной модели. Эти реквизиты принадлежат определенному платежному документу.

Данная операция в самом общем смысле ведет к получению сечения нулевой размерности многомерной таблицы. Результат извлечения сечения нулевой размерности состоит в том, что получаем предельно простую таблицу нулевой размерности, которая содержит только лишь одно значение экономически значимого показателя. Этот показатель отображает элементарный денежный поток, который демонстрирует переход определенной суммы денег от одного субъекта экономики к другому.

7.3. Одномерные сечения многомерной таблицы

Проведение одномерных сечений по своей сути сводится к своеобразному вырезанию определенным образом выбранных одномерных последовательностей значений ячеек многомерной таблицы. Типы таких одномерных сечений могут быть различны. Для простоты представления одномерных сечений первоначально предположим, что имеется простейшая из многомерных таблиц, а именно трехмерная таблица.

В качестве осей простейшей трехмерной таблицы могут быть выбраны любые типы реквизитов, указанных в тех видах платежных документов, которые представлены ранее в таблицах (см. табл. 1, 2). В частности, таким типом платежного документа может выступать упомянутая выше «Заявка на кассовый ордер в управлении УФК». Следует иметь в виду то обстоятельство, что для бюджетных учреждений в качестве банка плательщика обычно выступает территориальное подразделение управления федерального казначейства (УФК). Учитывая это, и принимая во внимание закрепление определенных указанных ранее реквизитов такого платежного документа, каким является «Заявка на кассовый ордер в управлении УФК», за тремя осями рассматриваемой таблицы в тексте лабораторной работы № 2, представляется возможным провести три вида одномерных сечений заданной трехмерной таблицы.

Последнее означает, что из рассматриваемой трехмерной таблицы может быть вырезано три типа одномерных таблиц. Для простоты и наглядности рассмотрения такого рода сечений будем использовать принятые ранее наименования осей трехмерной таблицы буквами латинского алфавита – X, Y, Z. Вспомним, что на указанных осях трехмерной таблицы откладываются следующие реквизиты. По оси, обозначенной латинским символом X, откладывается реквизит № 13 «Наименование получателя платежа». По оси, обозначенной символом Y, откладывается реквизит № 12 «Назначение платежа» (оплачиваемый продукт). По оси, обозначенной символом Z, откладываем реквизит № 16 «Банк получателя платежа». При этом зададим граничное условие, состоящее в том, что рассматриваются платежи, осуществленные за последний отчетный месяц.

Для того чтобы получить простейшее одномерное сечение трехмерной таблицы, требуется установить некоторые фиксированные значения принятых реквизитов на двух осях такой таблицы, оставив свободно изменяющимся показатель реквизита на третьей оси.

Например, могут быть выбраны определенные значения реквизитов, откладываемых на двух осях исходной трехмерной таблицы, которые фиксируются на определенных своих значениях. Это означает, что фиксируются соответствующие этим реквизитам деления на двух осях трехмерной таблицы.

В данном условном примере видится возможным произвести три типа простейших одномерных сечений указанной таблицы. Допустим, требуется рассмотреть суммы платежей, получаемых некоторым субъектом, который отмечен определенным делением n на оси X . Это фиксированное значение n данного реквизита отмечаем на оси X , что изображено на рис. 3.

На другой оси той же самой трехмерной таблицы, а именно на оси Z фиксируем некоторое значение m . Как мы помним, на оси Z откладывается реквизит № 17 «БИК банка получателя платежа», который позволяет определить территориальное положение субъекта, получающего платеж. Как ранее уже упоминалось, БИК банка состоит из 9 знаков, из которых второй и третий представляют собой код региона субъекта РФ. Таким образом, представляется возможным установить регион расположения, выбранного для анализа денежных потоков получателя платежа. Получатель платежа располагается, как правило, на территории, обслуживаемой данным банком. Этот регион определяется по соответствующему делению m на оси Z . Кроме того, БИК банка позволяет однозначно установить название банка, обслуживающего рассматриваемого клиента–получателя платежа.

В следствие того, что фиксируются значения реквизитов на двух осях трехмерной таблицы, а реквизиты на третьей оси данной таблицы остаются свободными, т. е. могут приобретать или пробегать любые отложенные на этой оси значения, получаем сечение рассматриваемой многомерной таблицы, которое представляет собой одномерную таблицу. В силу этого последнего обстоятельства само сечение, полученное таким образом, называем одномерным сечением.

Тогда столбец, составленный из ячеек данной трехмерной структуры, будет иметь в качестве основания ячейку, расположенную на плоскости XZ , а именно на пересечении деления n на оси X и деления m на оси Z . В трехмерной таблице это пересечение в плоскости XZ имеет третью координату, соответствующую первому делению на оси Y . По оси обозначенной символом Y , как ранее условились, откладывается реквизит № 12 «Назначение платежа» (оплачиваемый продукт). В ячейке с двумя зафиксированными координатами n и m располагается значение денежного потока, соответствующее первому делению на оси Y . Это есть определенный продукт, оплачиваемый субъектом n на оси X , который обслуживается банком, имеющим БИК, соответствующий делению m на оси Z .

Первое деление на оси Y , как уже было сказано, показывает продукт, который поставляет получатель платежа n , являющийся клиентом банка m . Значения делений, откладываемых на оси Y , отображают различные виды продуктов, оплата которых поступает всевозможным получателям платежей, показанным на оси X , обслуживаемых банками, определяемыми по кодам БИК, располагаемых на оси Z .

Далее, столбец данных, представляющий собой одномерную таблицу сумм, поступающих получателю n на оси X через банк с БИКом m на оси Z ,

пробегают все значения сумм, соответствующих делениям, показывающим назначение платежа, на оси Y от единицы до последнего возможного деления на этой оси. Таким образом построили одно из простейших одномерных сечений.

Данное простейшее сечение, представляющее собой одномерную таблицу, «извлеченную» из трехмерной таблицы, графически изображено на рис. 4. Таким образом может быть построено множество аналогичных одномерных таблиц или сечений, показывающих суммы, поступающие любым получателям на оси X через всевозможные банки с соответствующими БИКаи на оси Z, которые пробегают все значения сумм, соответствующих делениям, показывающим назначение платежа, на оси Y.

Количество такого типа одномерных таблиц равно произведению числа делений на оси X (обозначим $\sum n$) на число делений на оси Z (обозначим $\sum m$) – $\sum n \times \sum m$.

Вместе с тем, подобная операция выделения одномерных таблиц из трехмерной таблицы, которую называем одномерным сечением исходной многомерной таблицы, может быть осуществлена для иных показателей, отмечаемых фиксированными делениями на двух других осях исходной трехмерной таблицы.

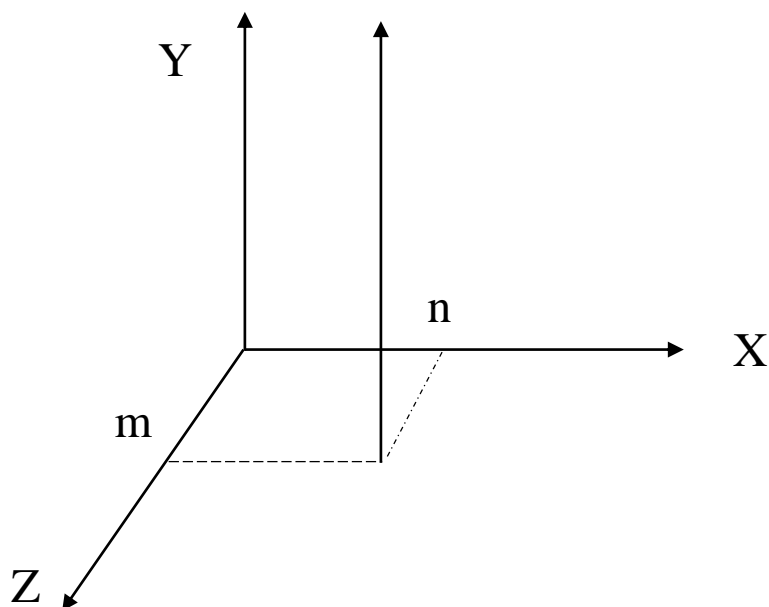


Рис. 4. Одномерное сечение трехмерной таблицы, показывающее платежи, направляемые за все виды продукта (по всем назначениям платежа), показанным на оси Y, получателем платежа n, расположенным на оси X, который обслуживается банком, имеющим БИК, отмеченный делением m на оси Z

Теперь предположим, что требуется выделить другое одномерное сечение. Построим одномерную таблицу, которая показывает суммы, поступающие всем возможным получателям, отмеченным на оси X. Эти деньги

перечисляются только лишь за некоторый фиксированный продукт k , показанный на оси Y . Учитываются только перечисления, которые поступают через банк, определяемый по фиксированному БИКу, указанному в делении m , на оси Z . Еще раз уточним сказанное другими словами. Это одномерное сечение трехмерной таблицы или одномерная таблица, протянута вдоль оси X и показывает суммы перечислений, приобретаемых субъектами хозяйствования, являющимися получателями средств за указанный на оси Y вид проданного ими продукта k . При этом выполняется и другое граничное условие, а именно, указанные перечисления поступают только через однозначно заданный банк, определяемый по его БИКу, и отмеченный делением m на оси Z . Таким образом, сама эта одномерная таблица составлена из денежных сумм, поступающих отдельным получателям, указанным на делениях оси X .

Таким образом, выделяя данное одномерное сечение из трехмерной таблицы, получаем значения в ячейках одномерной таблицы, которые представляют собой суммы, приходящие всем возможным получателям, располагающимся на оси X при выполнении изначально заданных и ранее указанных условий.

Данная форма одномерного сечения трехмерной таблицы также может быть проиллюстрирована графическим изображением принятого условного примера (рис. 5).

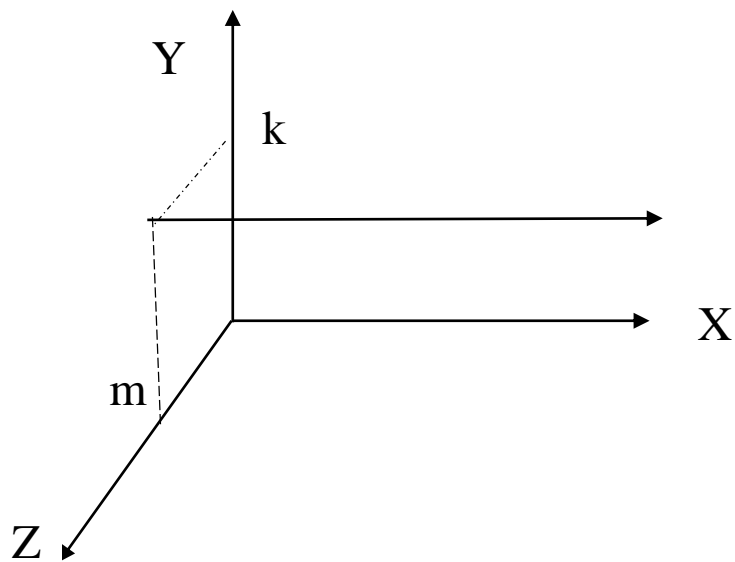


Рис. 5. Одномерное сечение трехмерной таблицы, показывающее средства, поступающие субъектам, отмеченным по оси X , за продукт, показанный на делении k по оси Y , данные средства поступают от банка, имеющего БИК, показанный на делении m , отмеченном на оси Z

Графическое изображение данной формы одномерного сечения трехмерной таблицы позволяет наглядно представить себе характер такого рода преобразования, которое показывает искомую одномерную таблицу.

Все прочие аналогичные типы одномерных сечений отличаются только значениями граничных условий, определяемых отличающимися делениями k и m , откладываемых на осях Y и Z .

Еще одна форма подобного одномерного сечения показана на следующем рисунке (рис 6). Эта форма одномерного сечения трехмерной таблицы предполагает закрепление назначения платежа или вида продукта k , указанного на оси Y , а также фиксированное значение получателя средств n , на оси X . Однако в данном случае предполагается, что свободными остаются значения делений по оси Z , которые указывают на различные банки, определяемые по их БИКах. Последние, в свою очередь, определяют расположение банка в различных регионах, показанных на оси Z . Другими словами, то же самое можно выразить следующими образом: деление n на оси X и деление k на оси Y остаются неизменными, а значит фиксированными. В то же самое время или при этих условиях ось Z остается свободной. Это означает «пробегание» значений условной функции, а значит сумм, содержащихся в ячейках по всем возможным делениям, расположенным на оси Z . Таким образом, видится возможным извлечь одномерную таблицу из трехмерной таблицы. Такая операция ранее была названа выполнением одномерного сечения многомерной таблицы.

Такая форма сечения может варьироваться, как и в предшествующих двух примерах, в зависимости от различных сочетаний фиксированных делений n на оси X и k на оси Y . Количество вариантов таких одномерных сечений равняется, как и прежде, произведению всех возможных делений на осях X и Y .

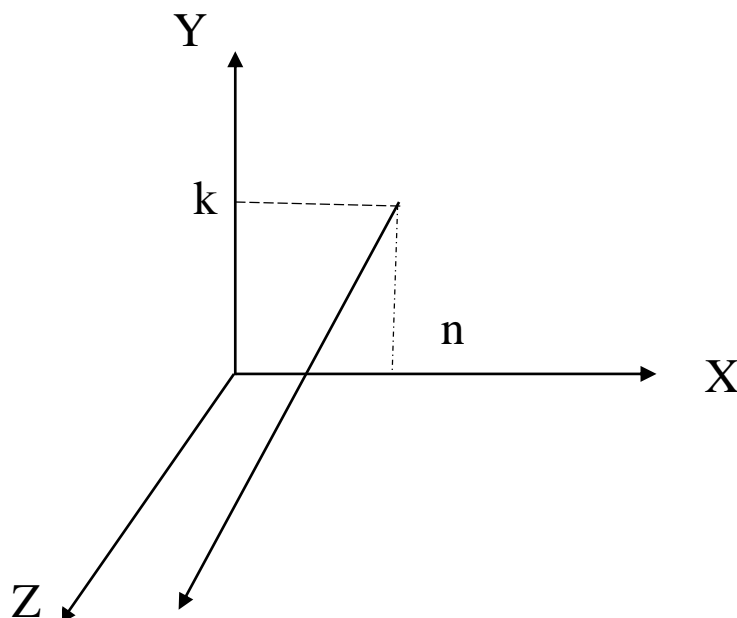


Рис. 6. Одномерное сечение трехмерной таблицы, показывающее средства, поступающие от получателя n , который обозначен на оси Z , получаемые за продукт или назначение платежа, отмеченный на делении k по оси Y

Таким, образом были рассмотрены все возможные варианты выполнения одномерных сечений трехмерной таблицы. Это дает основание перейти к несколько более сложной форме сечений многомерных таблиц, а именно к двумерным сечениям таких таблиц. Нужно заметить, что для трехмерных таблиц возможны только два типа сечений, а именно одномерные и двумерные сечения. Вообще говоря, количество типов сечений многомерной таблицы всегда на единицу меньше размерности исходной таблицы, подвергающейся операции осуществления различных типов сечений.

8. Лабораторная работа 4

8.1. Двухмерные сечения по оси X

Обратимся к рассмотрению двумерных сечений трехмерной таблицы. Такие сечения представляют собой различные виды двумерных таблиц. Такого рода двумерные сечения могут быть получены из трехмерной таблицы в том случае, когда фиксируется определенное деление на одной из осей трехмерной таблицы, но остаются свободными или пробегают все возможные значения делений по двум другим осям той же самой таблицы. Для рассмотрения возможных форм таких двумерных сечений следует обратиться к примеру ранее представленной трехмерной таблицы, изображенной на рис. 7.

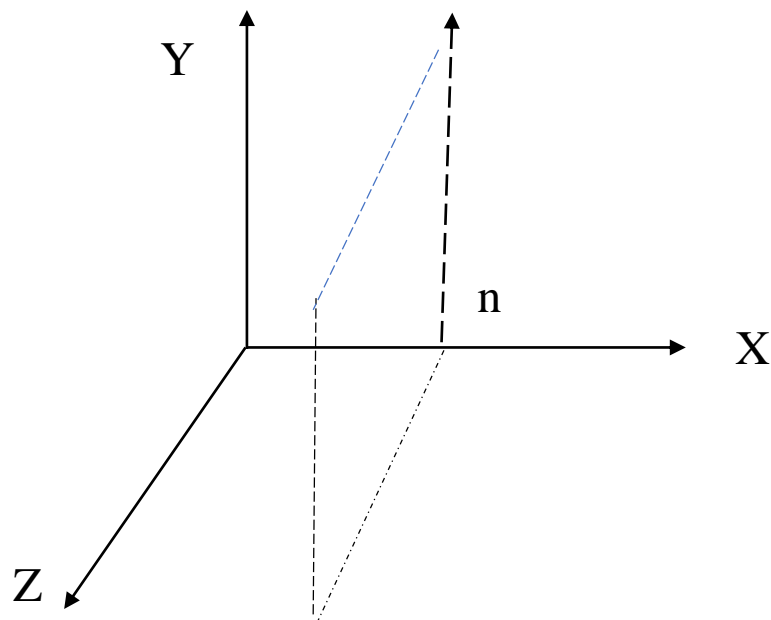


Рис. 7. Графическое изображение двумерного сечения трехмерной таблицы, представленное плоскостью, параллельной плоскости осей Z Y, и пересекающая ось X по местоположению деления n

На предлагаемом к рассмотрению рис. 7 изображение плоскости сечения трехмерной таблицы показывает расположение двумерного сечения, которое представляет собой двумерную таблицу, составленную из ячеек исходной трехмерной таблицы. Эти выделенные таким способом ячейки исходной таблицы показывают значения сумм, получаемых субъектом, заданным делением n на оси X , по всем возможным назначениям платежа или просто оплачиваемого продукта расположенных в соответствующих делениях на оси Y . Другое условие, необходимое для построения двумерного сечения в рассматриваемом случае, состоит в свободном прохождении всех возможных делений по оси Z . На этой оси располагаются деления, содержащие БИКи банков, через которые проходят деньги, поступающие изначально установленному получателю средств. Как мы помним, по БИКах банков устанавливаются регионы расположения этих банков, а значит регион получателя платежа.

Другими словами, можно выразить выделение данного двумерного сечения трехмерной таблицы следующим образом. Имеет место фиксация определенного деления на оси X , при том условии, что оси Y и Z остаются свободными. Выражение «оси остаются свободными» означает, что все деления, отмеченные на этих осях «пробегаются» значениями функции двумерного сечения. Аргументами данной функции выступают фиксированное деление на оси X , а кроме того, два переменных аргумента, а именно последовательно изменяющиеся деления по оси Y и также последовательно изменяющиеся деления по оси Z . Количество двумерных сечений такого типа равно числу делений $\sum n$ на оси X .

8.2. Двухмерные сечения по оси Z

Другой тип двумерных сечений трехмерной таблицы может быть графически проиллюстрирован следующим рис. 8.

Предлагаемое на рис. 8 изображение двумерного сечения трехмерной таблицы отличается от ранее рассмотренного случая следующими граничными условиями. Теперь в качестве фиксированного аргумента такого рода двумерной функции избирается деление m на оси Z . Это означает рассмотрение платежей, проходящих через определенный банк, обозначенный соответствующим БИКом, отмеченным делением m на оси Z . При этом получатели платежей, расположенные на оси X остаются свободными, что означает «пробегание» всех возможных получателей платежей, указанных в делениях на оси X . Также свободными остаются значения всех возможных поставок продукта или назначения платежа, указанные соответствующими делениями на оси Y .

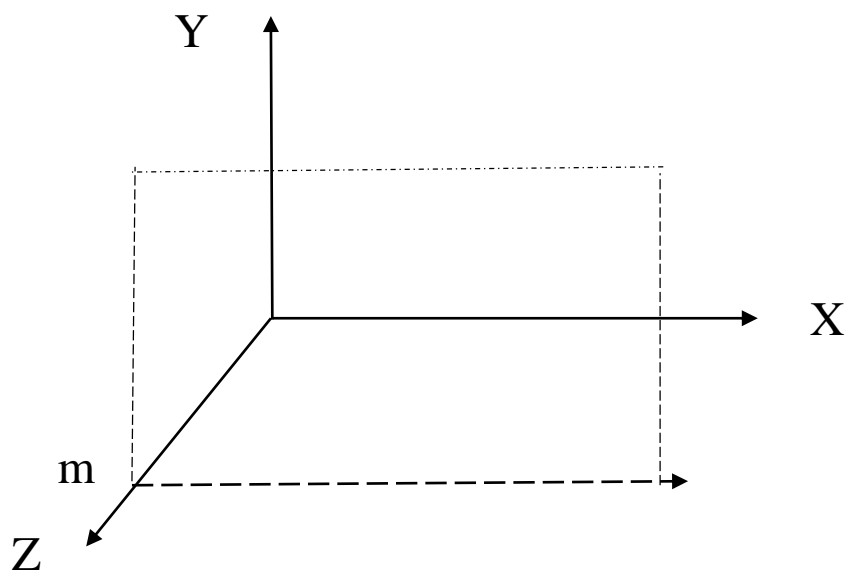


Рис. 8. Графическое изображение двухмерного сечения трехмерной таблицы, предполагающее наличие фиксированного деления m на оси Z и свободное изменение (прохождение) всех возможных аргументов n по оси X , а также k по оси Y

Количество сечений такого типа равняется числу делений $\sum m$ на оси Z . Все такого типа сечения могут быть представлены на рис. 8 как некоторые плоскости, параллельные плоскости осей $X Y$.

Вся совокупность ячеек, содержащих суммы платежей, включенных в одно двухмерное сечение, составляет произведение сумм делений, располагающихся по оси X и по оси Y , а именно $\sum n \times \sum k$.

8.3. Двухмерные сечения по оси Y

Наконец, графическое изображение третьего вида двухмерных сечений рассматриваемой трехмерной таблицы представлено на следующем рис. 9.

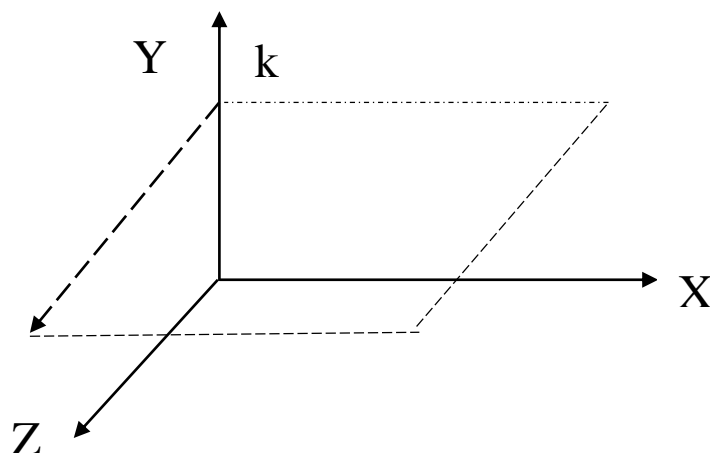


Рис. 9. Графическое изображение двухмерного сечения трехмерной таблицы, предполагающее наличие фиксированного деления k на оси Y и свободное изменение (прохождение) всех возможных аргументов по оси X , а также по оси Z

Рассматривая трехмерную таблицу в качестве функции трех аргументов или трех независимых переменных $F(x, y, z)$, откладываемых на соответствующих осях этой таблицы X , Y и Z , операцию проведения двухмерного сечения видится возможным представить как преобразование функции трех аргументов в функцию двух переменных $F(x, z)$. Такое представление операции проведения сечения трехмерной таблицы вполне допустимо в виду того обстоятельства, что один аргумент функции трех переменных превращается в постоянную величину или параметр функции двух переменных. Переменная y на оси Y , в данном случае превращается в постоянную величину или параметр k .

В данном конкретном случае проведения двухмерного сечения трехмерной таблицы, изображенной на рис. 9, в постоянную величину превращается одна из переменных изначальной функции трех аргументов, а именно переменная y на оси Y , которая фиксируется в некотором своем конкретном значении k .

На рис. 9 такое двухмерное сечение представлено в форме плоскости, параллельной плоскости осей трехмерной таблицы XZ .

Двухмерное сечение трехмерной таблицы, как ранее было выяснено, может рассматриваться в качестве матрицы. Данный тип двухмерного сечения трехмерной таблицы характеризуется тем, что имеет место фиксация определенного деления k на оси Y . Как ранее было установлено, деления на этой оси представляют определенный вид продукта (назначения платежа). В данном случае оси X и Z остаются свободными. Последнее означает, что деления на этих осях могут свободно изменяться, принимая любые возможные значения. Как мы помним, деления на оси X отображают получателей средств, а деления на оси Z показывают БИКи банков получателей средств в ячейках трехмерной таблицы.

Таким образом, в качестве одного переменного аргумента данной функции двух переменных выступают деления z , «пробегающие» значения, откладываемые на оси Z . В качестве второго переменного аргумента полученной в сечении функции двух переменных выступают деления x , располагающиеся на оси X . Соответствующим образом данное двухмерное сечение представляет собой некоторую плоскость в рамках трехмерной таблицы. На рис. 9 можно видеть, что такая плоскость двухмерного сечения располагается параллельно плоскости осей X и Z .

Для трехмерной таблицы другие типы сечений кроме одномерных и двухмерных, как ранее уже было сказано, провести не представляется возможным. Условно можно назвать сечением нулевой размерности отдельную ячейку трехмерной таблицы, содержащую единственное значение трехмерной функции, из которой проводятся перпендикуляры на все три оси трехмерной таблицы. Полученные таким образом значения делений этой единственной ячейки представляют собой координаты данной ячейки в трехмерном пространстве рассматриваемой таблицы.

Другими словами, содержащаяся в отдельной ячейке сумма или выраженное в денежной форме значение элементарного денежного потока представляет собой конкретное значение функции трех переменных, определяемое некоторыми фиксированными значениями этих переменных (x, y, z).

9. Лабораторная работа 5

9.1. Выполнение проекций многомерной таблицы

Другой тип операций, которые возможно производить с трехмерной таблицей, называем созданием или формированием различных видов проекций этой таблицы. Формирование проекций существенным образом отличается от проведения сечений. Такой тип операций также снижает размерность трехмерной таблицы. В результате совершения этой операции получаем таблицы пониженной размерности. Эта операция так же, как и в случае проведения сечений трехмерных таблиц, делает возможным непосредственное восприятие значений такой таблицы в совокупности ячеек двухмерных и одномерных таблиц. Такие таблицы представляется возможным непосредственно воспринимать и анализировать.

Наиболее важное свойство операции осуществления проекции по сравнению с операцией проведения сечения состоит в том, что значения, содержащиеся в ячейках таким образом полученной двухмерной таблицы, отличаются от значений, которые имелись в ячейках прежней трехмерной таблицы. Как мы помним, в случае проведения сечения многомерной, а рассматриваемом случае трехмерной таблицы происходит определенным образом заданное вычленение или своеобразное «вырезание» ячеек вместе с содержащимися в них значениями элементарных денежных потоков из прежней многомерной (в данном случае трехмерной) таблицы. Сами же значения в ячейках вновь образованной посредством операции сечения двухмерной таблицы остаются неизменными.

В отличие от этого в случае операции, которая состоит в осуществлении проекции, изменяются сами значения, содержащиеся в ячейках вновь образованной таблицы. Это имеет место в силу специфического свойства, которым обладают проекции многомерных таблиц. Это свойство состоит в том, что общий или суммарный объем значений денежных потоков, содержащихся во всех ячейках преобразованной посредством любых форм проекций многомерной таблицы остается неизменным и равным такой сумме, которая имела место в исходной многомерной таблице. Следовательно, эта суммарная величина значений во всех ячейках самых разнообразных форм проекций исходной многомерной таблицы равна изначальной сумме значений, содержащихся в ее ячейках.

Еще раз отметим, что в отличие от этого указанного свойства проекций многомерных таблиц, сечения тех же самых таблиц обладают другим основополагающим свойством. Это свойство состоит в том, что значения элементарных денежных потоков, содержащиеся в ячейках сечений, не отличаются от значений в соответствующих ячейках исходной многомерной таблицы. Между тем, суммы всех значений ячеек каждого отдельного сечения отличаются от суммы значений любого другого сечения той же самой многомерной таблицы, а также от суммы значений всех ячеек исходной многомерной таблицы.

Указанные основополагающие свойства сечений и проекций многомерных таблиц обуславливают различия в проведении соответствующих операций, которые следует принять в внимание при использовании многомерных таблиц. Применение многомерных таблиц во многих случаях видится необходимым в практике управления экономическими субъектами. Такая форма представления многочисленных реквизитов платежных документов в условиях, когда количество таких документов чрезвычайно велико, соответствует представлениям о работе с большими наборами данных. В этих условиях видится необходимым использовать как операции проведения сечений, так и операции формирования проекций многомерных таблиц. Естественным образом необходимо и понимать отличия в осуществлении этих весьма важных процедур с многомерными таблицами.

Такие действия, каковыми являются операции выполнения проекций, также видится возможным рассматривать с позиций функций нескольких переменных или аргументов. Отличие формирования проекций как функции нескольких аргументов или нескольких переменных от выполнения сечений одной и той же многомерной функции (функции нескольких переменных) выглядит довольно существенным. При выполнении операции сечения функции нескольких аргументов, как мы помним, имеет место фиксация одной (или нескольких) переменных в определенном своем значении и превращение этой переменной в неизменный или постоянный параметр той же самой изначальной функции.

Операция осуществления проекции так же, как и операция сечения, может быть представлена в форме действий с функцией нескольких переменных (многомерной функцией). В случае выполнения операции проекции функции нескольких переменных по одной или нескольким из этих переменных осуществляется суммирование значений функции по тем переменным, вдоль которых осуществляется проецирование.

9.2. Формирование двухмерных проекций трехмерных таблиц

Содержание значений отдельных ячеек многомерной таблицы во всей их совокупности, как уже было отмечено ранее, не представляется возможным обозреть непосредственным образом даже при относительно небольшом

количестве делений такой таблицы. Как и прежде, исходим из предположения, что непосредственное восприятие значений многомерной таблицы или функции нескольких переменных, содержащихся в отдельных ячейках, возможно только для одномерных и двухмерных таблиц.

Первоначально рассмотрим такое преобразование многомерной таблицы, которое позволяет понизить ее размерность на одно из существующих измерений. Обратимся, как и прежде, к простейшей из многомерных таблиц, а именно к трехмерной таблице.

Понижение размерности многомерной таблицы способом построения проекций оказывается возможным посредством суммирования значений, содержащихся в ячейках трехмерной таблицы, в последовательности, определяемой направлением одной из осей этой таблицы. Такая операция суммирования может быть названа проецированием значений, содержащихся в ячейках таблицы по направлению одной из осей этой таблицы. Полученную в результате таблицу, имеющую на единицу меньшую, чем исходная таблица измерений, называем проекцией первоначальной многомерной таблицы по оси суммирования. Полученная проекция, размерность которой на единицу меньше исходной, уже может быть непосредственно обозреваема и подлежит визуальному анализу. Существенное отличие операции проецирования от проведения сечений многомерных таблиц состоит в том, что в случае проецирования не утрачиваются значения, содержащиеся в отдельных ячейках исходной таблицы, эти значения лишь суммируются.

В качестве примера рассмотрим, как и прежде, некоторую исходную трехмерную таблицу. Для того чтобы понизить размерность первоначально заданной трехмерной таблицы, как уже было сказано, можно осуществить операцию проецирования вдоль одной из осей заданной таблицы. Полученная двухмерная проекция трехмерной таблицы подлежит непосредственному восприятию совокупности данных, содержащихся в отдельных ячейках этой проекции. Для простоты восприятия данной операции проецирования используем графическое изображение данной операции (рис. 10).

Первоначально, как уже было сказано, рассмотрим простейший вариант осуществления проекции вдоль одной из осей трехмерной таблицы на плоскость двух других осей этой таблицы. В данном случае значения, содержащиеся в ячейках вновь образованной двухмерной таблицы, формируются посредством действия сложения значений, содержащихся в ячейках исходной трехмерной таблицы. Необходимость сложения значений, содержащихся в ячейках трехмерной таблицы, для получения значений в ячейках любого вида проекции исходной таблицы проистекает из основного свойства проекций, состоящего в том, что суммы значений, содержащихся в ячейках любых проекций, равны сумме значений в ячейках исходной многомерной таблицы.

В качестве примера выберем рассматриваемый далее пример выполнения проекции прежней трехмерной таблицы. Проведем проекцию вдоль оси Y на плоскость осей XZ (рис. 10). В этом примере выбираем некоторые фиксированные деления на осях X и Z . Допустим, выделяем деление n на оси X и деление m на оси Z . Таким образом на плоскости XZ вычленяется или определяется некоторая ячейка с двумя координатами, соответствующими делениям n и m . Вместе с тем, абстрагируемся от какой-либо определенной координаты или деления на оси Z трехмерной таблицы.

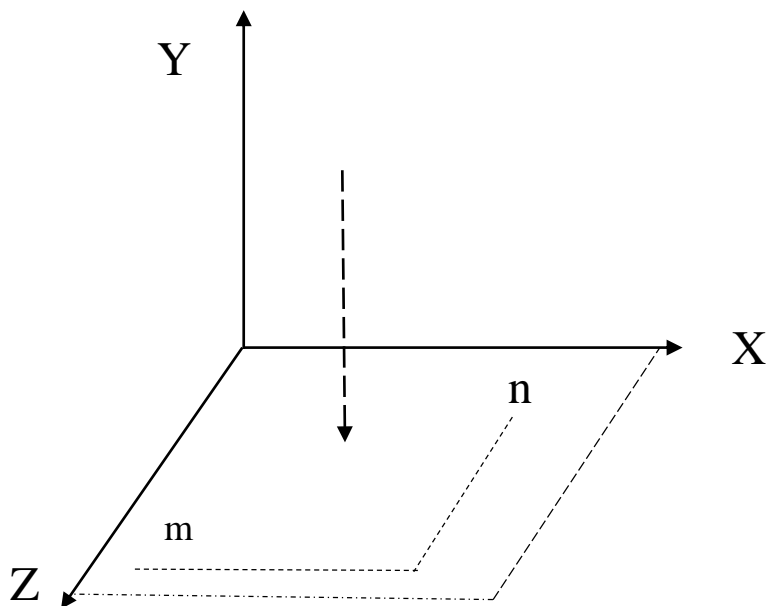


Рис 10. Проецирование значений, содержащихся в ячейках трехмерной таблицы по направлению оси Y на плоскость осей ZX , которая после завершения операции представляет собой двухмерную проекцию трехмерной таблицы

Исходим из предположения, что данная трехмерная таблица может иметь на своих осях нулевые деления. В силу этого предположения выделенная на плоскости XZ ячейка с координатами nm может принимать нулевое деление по оси Y . Естественным образом двухмерная таблица не предполагает наличие третьей оси, а значит, и каких-либо делений на этой оси.

Для трехмерной таблицы могут быть сформированы двухмерные проекции трех видов. Первоначально рассмотрим один из видов такой двухмерной проекции, который подразумевает суммирование вдоль определенной оси трехмерной таблицы. При этом, как мы знаем, преобразуются значения, содержащиеся в ячейках вновь образованной таким способом таблицы.

Для получения значения в ячейке с координатами m и n в проекции трехмерной таблицы на плоскость ZX требуется сложить все значения, содержащиеся в ячейках, с теми же координатами m и n по всем последовательным делениям вдоль оси Y . Другими словами, складывается столбик значений в ячейках, содержащихся по направлению оси Y над ячейкой

с координатами m и n на плоскости ZX . Сказанное можно представить также следующим образом. Если проводить сечения параллельные плоскости ZX с координатами m и n для каждого из делений на оси Y , то суммированию подлежат все значения указанных ячеек таким образом проведенных сечений.

Такой же операции сложения подлежат значения исходной трехмерной таблицы вдоль оси Y для любых иных ячеек на нулевую плоскость осей XZ . Таким образом произведя суммирование значений, содержащихся в ячейках вдоль оси Y , для всех возможных ячеек на плоскости XZ , мы получим искомую проекцию трехмерной таблицы вдоль оси Y на плоскость XZ .

Экономический смысл полученной проекции, изображенной на рис. 10, состоит в следующем. В ячейках полученной двухмерной таблицы мы видим значения сумм, получаемых субъектами, обозначенными делениями на оси X . В делениях по оси Z указаны банки, определяемые по БИКах, клиентами которых являются субъекты на оси X , через которые указанные субъекты получают деньги. По сути дела, в БИКе банка зашифрованы коды регионов, в которых располагаются эти банки, а значит и субъекты, получающие суммы указанные в ячейках полученной двухмерной проекции или матрицы.

Таким образом каждая отдельная ячейка полученной двухмерной проекции содержит сумму, приобретаемую некоторым плательщиком n , указанном на оси X , которая проходит через банк, имеющий БИК, отмеченный в соответствующем делении m на оси Z . Еще раз отметим, что по БИКу банка представляется возможным определить регион расположения банка, а следовательно, регион расположения получателя средств.

Следует иметь в виду, что осуществление операции проецирования по направлению оси Y имеет своим результатом утрату одного из реквизитов, предусмотренных в исходной трехмерной таблице, а именно назначения платежей, поступающих получателям. Эти назначения платежей прежде располагались на оси Y . Эта ось отсутствует в полученной проекции, которая является двухмерной таблицей с осями X и Z . Таким образом, поскольку произведено суммирование по оси Y (назначение платежа), не представляется возможным определить, за какие поставляемые продукты указанные субъекты получают деньги, показанные в ячейках двухмерной проекции или матрицы.

9.3. Построение двухмерных проекций трехмерной таблицы на плоскости XU и YZ

Аналогичная операция построения двухмерной проекции трехмерной таблицы возможна для получения двух других видов проекций на иные плоскости исходной многомерной таблицы. В частности, можно построить проекцию первоначальной трехмерной таблицы на плоскость осей XU

вдоль оси Z . Таким же способом получаем двухмерную проекцию на оси YZ той же трехмерной таблицы вдоль оси X . Следовательно, мы в состоянии получить все три вида двухмерных проекций для исходной трехмерной таблицы.

Таким образом для исходной трехмерной таблицы видится возможным построить еще две подобного вида проекции. На рис. 11 представлена одна из такого вида проекций.

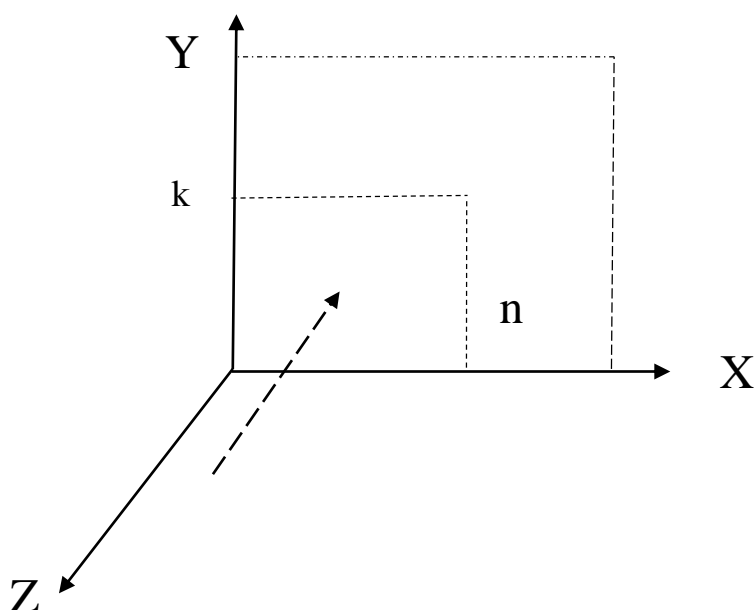


Рис 11. Проецирование значений, содержащихся в ячейках трехмерной таблицы по направлению оси Z на плоскость осей XY , которая после завершения операции представляет собой двухмерную проекцию трехмерной таблицы

Экономический смысл проекции, изображенной на рис. 11, состоит в следующем. В ячейках полученной двухмерной таблицы мы видим значения сумм, получаемых субъектами, обозначенными на оси X . Другим аргументом данной двухмерной таблицы, представляющей собой проекцию исходной трехмерной таблицы, выступают деления, отмеченные на оси Y , которые указывают вид продукции k , за поставку которой поступают средства получателю n , располагающего на оси X .

Каждая отдельная ячейка полученной двухмерной проекции содержит сумму, поступающую некоторому получателю n , указанному на оси X , которая перечисляется в оплату за продукт или услугу (назначение платежа), отмеченному делением k , на оси Y .

Поскольку суммирование осуществляется вдоль оси Z , мы теряем этот реквизит платежа, а именно БИК банка, через который проходят деньги получателю платежа. Следовательно, анализируя этот вид проекции, не представляется возможным иметь информацию о регионе расположения банков получателей платежей, а значит и самих получателей поступающих платежей.

И, наконец, третий вид двухмерной проекции первоначально заданной трехмерной таблицы может быть графически изображен на следующем рис. 12.

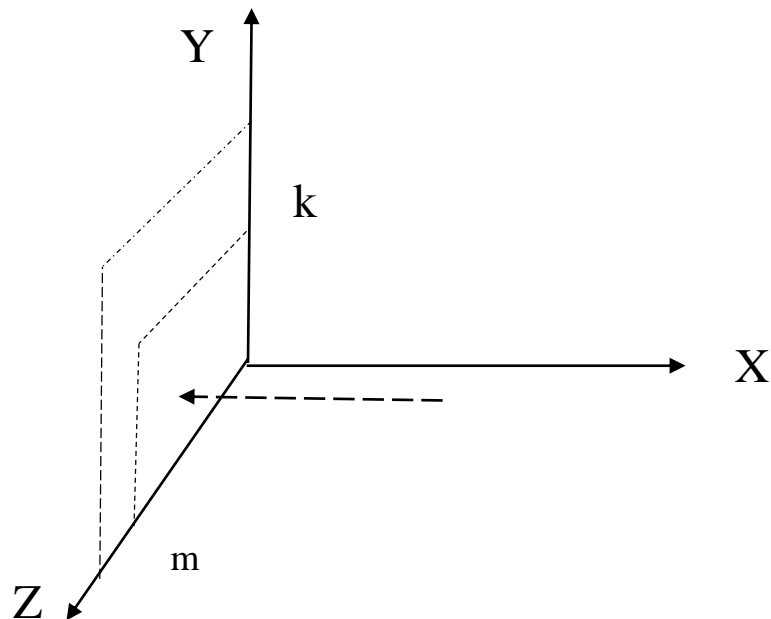


Рис 12. Проецирование значений, содержащихся в ячейках трехмерной таблицы по направлению оси X на плоскость осей YZ, которая после завершения данной операции представляет собой двухмерную проекцию трехмерной таблицы

Экономический смысл проекции, изображенной на рис. 12, состоит в следующем. В ячейках данной проекции, представленной в форме двухмерной таблицы или матрицы, мы видим значения сумм, проходящих через банки получателей платежей, идентифицируемые по из БИКах на оси Z. Как мы помним в БИКах зашифрованы коды регионов, в которых располагаются сами эти банки, а значит и получатели платежей.

Вторым аргументом данной двухмерной таблицы, представляющей собой проекцию исходной трехмерной таблицы, выступают деления, отмеченные на оси Y. В делениях этой оси указаны виды оплачиваемых продуктов или назначения платежей.

Каждая отдельная ячейка полученной двухмерной проекции содержит сумму, которая направляется для оплаты продукта или услуги (назначение платежа) k, указанного на оси Y. По другой оси полученной проекции откладывается реквизит суммы данного платежа m, отмеченный на оси Z, который идентифицирует БИК банка получателя, по которому определяется регион получателя платежа. Таким образом, данный вид проекции полезен для анализа движения различных продуктов между регионами и встречного перемещения денежных сумм.

Однако суммирование по оси получателей платежей X исключает из анализа конкретных получателей этих получателей. Этот реквизит становится недоступным для анализа данного вида проекции.

9.4. Одномерные проекции трехмерных таблиц

Полученные двумерные проекции трехмерных таблиц достаточно просто могут быть преобразованы в одномерные проекции. Для совершения этой несложной операции следует произвести суммирование такой полученной ранее двумерной проекции вдоль направления одной из оставшихся осей.

Например, полученную ранее суммированием вдоль оси Z трехмерной таблицы двумерную проекцию на плоскость осей YX , изображенную на рис. 12, можно преобразовать в две различные одномерные проекции.

Во-первых, двумерная проекция на плоскости YX может быть преобразована в одномерную проекцию на ось X посредством суммирования этой двумерной таблицы или матрицы вдоль оси Y . Полученная таким образом проекция представляет собой одномерную таблицу, которая имеет в своих ячейках суммарные поступления, приходящие различным получателям. Эти получатели указаны в делениях, расположенных на оси X . Такого рода названия получателей представляют собой имена делений.

Другими словами, в ячейках этой проекции, представленной в форме одномерной таблицы, содержатся суммы всех поступлений, приходящих получателям, которые указаны в качестве имен делений на оси X . Следует помнить, что в случае ранее рассмотренных двумерных проекций, получаемых суммированием вдоль одной из осей трехмерной таблицы утрачивается различие значений функции, помещенных в ячейки проекции в соответствии с реквизитом, который обозначен в делениях на этой оси таблицы. Таким же образом формирование одномерной проекции ведет к утрачиванию различий в значениях функции, которые имелись в делениях потерянной оси, содержащихся в ячейках одномерной проекции по тому реквизиту, т. е. вдоль оси, по которой совершалась операция проецирования.

Во-вторых, та же самая двумерная проекция (см. рис. 12) может быть преобразована в одномерную проекцию на ось Y посредством суммирования вдоль оси X . Экономический смысл полученной одномерной проекции состоит в том, что в ячейках этой проекции видим суммарные поступления, проходящие через банки, БИКи которых выступают в качестве имен делений на оси Y . Поскольку, как мы помним, БИК банка содержит в себе код региона, суммы в ячейках одномерной проекции показывают приход поступлений в определенный регион.

Таким же образом строятся одномерные проекции многомерной таблицы на любые оси исходной многомерной таблицы. Операция построения одномерной проекции для многомерной таблицы состоит в том, что последовательно понижается размерность такой таблицы суммированием вдоль определенных осей до тех пор, пока не получим одномерную проекцию на заданную ось.

9.5. Проекция нулевой размерности

Последняя возможная форма проекции многомерной таблицы, в частности рассматриваемой трехмерной таблицы, представлена проекцией нулевой размерности. В соответствии с общим правилом осуществления операции проекции многомерной таблицы, сумма значений, содержащихся во всех ячейках исходной многомерной таблицы, не изменяется, а значит остается прежней. Такая форма проведения проекции нулевой размерности вполне возможна. Эта форма нулевой проекции представлена единственной ячейкой, в которой содержится значение, представляющее собой сумму всех значений, изначально содержащихся во всех ячейках исходной многомерной таблицы. Еще раз повторимся иными словами, поскольку это важно, проекция нулевой размерности многомерной таблицы представляет собой единственную ячейку, которая содержит значение, представляющее собой сумму значений, содержащихся во всех ячейках исходной таблицы.

Получить проекцию нулевой размерности возможно посредством последовательного проведения проекций вдоль каждой из осей исходной таблицы. Эти действия предполагают последовательное суммирование значений, содержащихся в ячейках исходной таблицы, вдоль каждой из осей исходной многомерной таблицы. Осуществление таких проекций состоит в проведении этой операции для последней одномерной проекции вдоль единственной оси многомерной, а в рассматриваемом примере трехмерной таблицы. По своей сути, проекция нулевой размерности есть одно число, которое представляет сумму содержимого всех ячеек исходной таблицы.

Содержательный смысл этого крайнего случая проведения операций выполнения проекций состоит в том, что иногда требуется знать суммарные обороты денежных средств определенного экономического или хозяйствующего субъекта без разделения этих оборотов в соответствии с отдельными реквизитами платежных документов.

Следует иметь в виду то обстоятельство, что в качестве исходной информационной базы для построения многомерных таблиц могут быть использованы не только платежные документы, но и документы, содержащие информацию о денежных остатках.

Заключение

В целях изучения дисциплины является первичное восприятие учебной информации о теоретических основах и принципах работы с информационными технологиями (программное обеспечение, пакеты прикладных программ, средства визуализации и аудиосвязи), ее усвоение, запоминание, а также структурирование полученных знаний и развитие интеллектуальных умений, ориентированных на способы деятельности репродуктивного характера. Посредством использования этих интеллектуальных умений достигаются закрепления ранее усвоенного материала в новых ситуациях, применение абстрактного знания в конкретных ситуациях.

Для достижения этих целей используются в основном традиционные информативно-развивающие технологии обучения с учетом различного сочетания пассивных форм (лекция, лабораторное занятие, консультация, самостоятельная работа) и репродуктивных методов обучения (повествовательное изложение учебной информации, объяснительно-иллюстративное изложение) и лабораторно-практических методов обучения.

Список литературы

1. Макшанов А. В., Журавлев А. Е., Тындыкарь Л. Н. Большие данные. Big Data : учебник для вузов. – СПб. : Лань, 2021. – 188. – ISBN 978-5-8114-6810-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/165835>

2. Жуковский О. И. Информационные технологии и анализ данных: учеб. пособие ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : Эль Контент, 2014. – URL: <https://e.lanbook.com/book/110351>

3. Дятлов А. В., Гугуева Д. А. Анализ данных в социологии : учебник. – Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2018. – 226 с. – ISBN 978-5-9275-2690-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/125069>

4. Васина М. В., Васин А. А., Манохин Е. В. Теория вероятностей и математическая статистика : руководство. – М. : Прометей, [б. г.]. – Часть 1. – 2018. – 160 с. – ISBN 978-5-907003-70-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121500> (дата обращения: 02.06.2021).

5. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. Новая версия для Оберона : учеб. пособие. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 272 с. – ISBN 978-5-94074-584-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/1261>

Оглавление

Введение	3
1. Многомерные таблицы	3
1.1. Таблицы	3
1.2. Экономические таблицы	4
2. Информационные базы, используемые для построения таблиц	5
2.1. Информационная база больших наборов данных	5
2.2. Простые документы	6
2.3. Сложные документы	7
2.4. Реквизиты экономических документов	7
2.5. Соответствие между документами, составляющими информа- ционную базу, и содержательными значениями таблицы	8
2.6. Однородные базы данных	9
3. Система осей многомерной таблицы	11
3.1. Понятие оси таблицы	11
3.2. Взаимное расположение осей таблицы	11
3.3. Отображение реквизитов документов исходной базы данных в форме осей многомерной таблицы	11
3.4. Деления на осях таблицы. Коды делений на осях таблицы	12
3.5. Имя деления на оси таблицы	13
3.6. Индикация расположения кодов и имен делений таблицы	14
4. Ячейка таблицы и координаты ее расположения	16
4.1. Понятие ячейки таблицы	16
4.2. Координаты расположения ячейки таблицы	17
4.3. Название таблицы	17
5. Лабораторная работа 1	18
5.1. Платежное поручение (форма 0401060)	18
5.2. Реквизиты заявки на кассовый расход в управлении ФК	21
6. Лабораторная работа 2	24
6.1. Построение таблиц различной размерности	24
6.2. Трехмерные таблицы	27
7. Лабораторная работа 3	28
7.1. Сечения многомерной таблицы	28
7.2. Сечение нулевой размерности	29
7.3. Одномерные сечения многомерной таблицы	30

8. Лабораторная работа 4	35
8.1. Двухмерные сечения по оси X	35
8.2. Двухмерные сечения по оси Z	36
8.3. Двухмерные сечения по оси Y	37
9. Лабораторная работа 5.....	39
9.1. Выполнение проекций многомерной таблицы	39
9.2. Формирование двухмерных проекций трехмерных таблиц	40
9.3. Построение двухмерных проекций трехмерной на плоскости XY и YZ	43
9.4. Одномерные проекции трехмерных таблиц	46
9.5. Проекция нулевой размерности	47
Заключение	48
Список литературы	48