

МЕТОДЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ОКАЗАНИИ СОПУТСТВУЮЩИХ АУДИТУ УСЛУГ

Маркин Ю.П., д.э.н., профессор, ВЗФЭИ;
Коровин А.В., к.э.н., МГУ им. М.В. Ломоносова

Аналитические процедуры при проведении аудиторской проверки используются для анализа показателей с целью получения аудиторских доказательств. Международными стандартами (МСА 520) и Российскими стандартами предусмотрены аналитические процедуры при планировании, проведении проверки по существу и при проведении общей обзорной проверки в конце аудита. Анализ отчетности также рассматривается стандартами и как сопутствующая работа при проведении аудиторской проверки. Таким образом, усиление аналитической направленности аудита проявляется не только в увеличении числа предоставляемых клиентам услуг по проведению финансового анализа, но и в возрастании роли экономического анализа при оказании других аудиторских услуг, в первую очередь при проведении аудита завершённой финансовой отчетности.

Эволюция развития аудита проявляется в устойчивой тенденции возрастания роли финансового и управленческого анализа в деятельности аудиторских фирм, что отражает усиление качества аудита в целом. Важной задачей аудита в настоящее время становится оказание помощи специалистам предприятия в улучшении постановки учета и отчетности, повышении экономической обоснованности при принятии управленческих решений. Сегодня задача аудитора состоит не только в выявлении отдельных ошибок и умышленного искажения в учете (эта функция по-прежнему является одной из основных), но и в нахождении систематических неправильностей в учете с точки зрения аналитика.

Финансовый анализ в аудите в зависимости от поставленной задачи проявляется в двух аспектах: как инструмент получения аудиторских доказательств и как сопутствующий вид услуги.

Финансовый анализ как метод аудиторского доказательства. Аналитические процедуры в большей или меньшей степени использует каждый аудитор. Сбор свидетельств осуществляется посредством аналитических процедур. В меру своей квалификации аудитор использует аналитические приемы для принятия решения о достоверности значения показателя, отраженного в финансовой отчетности посредством наблюдения, сравнения, подтверждения, опроса, контроля и других, необходимых в каждом конкретном случае процедур. В результате анализа формируется оценка достоверности проверяемого объекта учета. Данная оценка является косвенным свидетельством, на основе которой аудитор принимает решение о необходимости применения других аудиторских процедур, в большей степени ориентированных на получение прямых свидетельств, если эта необходимость вытекает из предварительного анализа объекта учета.

В практике аудита обязательность аналитических процедур предусмотрена стандартами аудита. Так согласно определению, аналитические процедуры представляют собой оценку финансовой информации на основе изучения вероятных соотношений между финансовыми и нефинансовыми данными, в том числе сравнения записанных сумм с ожидаемыми суммами, которые определил аудитор. Убедительность аналитических выводов зависит от качества проведённого анализа и при необходимости подтверждается другими аудиторскими процеду-

рами, такими, например, как пересчет, подтверждение, документирование и пр.

Особое значение анализ имеет на ранних стадиях аудиторской проверки, в том числе и на стадии планирования проведения аудита. На этих стадиях аналитические процедуры позволяют определить особенности деятельности клиента, наметить стратегию проверки, оценить степень аудиторского риска, определить проблемы в формировании финансовой информации. На данном этапе планируются временные рамки, глубина проверки фактического материала, намечаются процедуры, которые целесообразно применить для эффективного выполнения задач аудита.

Знакомство с балансом предприятия-клиента является практически обязательным этапом в работе аудитора, как на стадии заключения договора, так и в ходе самой проверки. Финансовые оценки бухгалтерских отчетов в сжатом и концентрированном виде нужны аудитору как ориентир, как сигнальные указатели. Они исполняют роль подсказки для выбора правильного решения в процессе аудита. Аналитические процедуры аудитора в ходе предварительного ознакомления с бизнесом клиента сводятся к следующим типовым действиям:

- сравнение текущих данных с данными предшествующих периодов,
- сравнение текущих данных с данными плана и прогноза,
- сравнение текущих данных с нормативными (или оптимальными) значениями,
- сравнение текущих данных предприятия со средними отраслевыми значениями,
- сравнение финансовых коэффициентов с нефинансовыми показателями.

Целью применения аналитических процедур является определение нетипичных ситуаций в деятельности предприятия и его отчетности. Процедуры предварительного обзора могут с успехом применяться и на последующих этапах проверки.

В ходе проведения непосредственно самих процедур аудита при помощи анализа аудитор оценивает необходимость сокращения или, напротив, увеличения детальных аудиторских процедур. Если анализ не выявляет необычных отклонений, то вероятность существенной ошибки минимальна.

Существенные неожиданные различия между данными предварительной отчетности клиента за текущий период и другой информацией прошлых лет, используемых в сравнении, называют необычными колебаниями. Одной из возможных причин существования этих необычных колебаний могут быть преднамеренные и непреднамеренные ошибки в учете и отчетности. Если сумма необычных колебаний велика, то аудитор должен установить вызвавшие их причины и определить для себя, является ли это результатом воздействия нормальных экономических явлений или ошибкой.

Информационная база анализа основана на использовании различных источников, в том числе и нефинансовых данных. Здесь могут быть использованы сведения средств массовой информации, пояснительные записки, положение об учетной политике, данные о производственных мощностях, численности работающих и другие источники. Умение сопоставить финансовые и нефинансовые показатели характеризуют квалификационный уровень аудитора.

На заключительной стадии аудиторской проверки финансовый анализ является необходимым элементом для

оценки результатов и выработки аудиторского заключения.

Финансовый анализ как вид услуг, сопутствующих аудиту. Бухгалтерский учет в России развивается в направлении соответствия его наиболее распространённым международным стандартам. В западной практике сложился иной, чем в России, подход к определению учета, который включает в себя счетоводство, производственный учет, финансовый учет, внутренний аудит, налоговый учет. Поэтому в категорию аудиторской деятельности входят, наряду с аудиторскими проверками, и работы, сопутствующие аудиту, такие как услуги по освидетельствованию, налоговые услуги, консультационные услуги для администрации, финансовый анализ (анализ финансовой отчетности).

Стандартами по оказанию сопутствующих услуг в составе Международных стандартов проведения аудита определены содержание и задачи работ. Стандарт по анализу финансовой отчетности выделен отдельным разделом, в котором описываются процедуры, которые аудитор должен предусмотреть при обязательстве выполнения данного анализа. Этот норматив относится к анализу финансовой отчетности, однако может применяться к анализу другой финансовой информации.

Перед началом проведения финансового анализа клиент и аудитор согласовывают следующие позиции:

- цель подлежащей выполнению услуги;
- масштаб анализа;
- образец отчета, подлежащего сдаче;
- положение о том, при каких обстоятельствах аудиторское заключение не может быть сформулировано.

Аудитор должен выполнить процедуры по аналитическому обзору, в том числе:

- получить информацию о характере деятельности компании (предприятия);
- провести опрос с целью сбора информации по классификации и отражению выводов финансовой отчетности, сравнить выводы и результаты отчетности с ожидаемыми результатами;
- сравнить финансовую отчетность с отчетностью за предшествующие периоды;
- изучить соотношение различных элементов финансовой отчетности и влияние этих элементов на итоговый результат.

При выполнении обязательства аудитор может и должен использовать специфические аналитические процедуры.

Классификацию методов экономического анализа можно построить, сформировав из них четыре группы по использованию в них критерия оптимальности: традиционные методы экономического анализа, не имеющие критерия оптимальности, а только показывающие изменения анализируемого показателя в динамике под действием различных факторов; математические методы экономического анализа, имеющие критерий оптимальности и гарантирующие выполнение его; эвристические методы, не имеющие в явном виде критерия оптимальности, но подразумевающие его, и не гарантирующие его выполнение; психологические методы анализа экономических ситуаций и представленных проектов, в которых критерий оптимальности в явном виде не присутствует, но подразумевается.

По полученным результатам методы экономического анализа можно разделить на точные и приближенные.

По использованию исходной информации методы экономического анализа можно разделить на детерминированные, статистические, стохастические.

Можно построить другую классификацию методов экономического анализа по иным признакам.

В настоящее время аналитики разделили все методы экономического анализа на три группы: традиционные методы экономического анализа, которые включают в себя статистические, бухгалтерские, графические методы, а также различные приемы и способы обработки учетной информации; экономико-математические методы анализа; эвристические методы. К сожалению, мало кто упоминает о психологических методах экономического анализа.

Рассмотрим подробнее традиционные методы экономического анализа, а, в частности, первую группу методов, входящую в их состав.

Статистические методы экономического анализа наиболее часто применяются в практике работы аналитических групп. Они включают в себя:

- статистическое наблюдение, которое представляет собой запись информации по определенным принципам и с определенными целями;
- расчет абсолютных и относительных показателей деятельности предприятия через коэффициенты и проценты;
- расчеты средних величин, к которым относят средние арифметические простые, взвешенные и геометрические;
- расчет рядов динамики, к которым относят абсолютный прирост, относительный прирост, темпы роста, темпы прироста;
- сводка и группировка экономических показателей по определенным признакам;
- сравнение показателей деятельности предприятия с аналогичными показателями конкурентов, с нормативами, в динамике;
- расчет индексов, показывающих влияние факторов на сравниваемые показатели;
- детализация разложения экономического показателя на составляющие (например, производительность труда годовая зависит: во-первых, от производительности часовой, во-вторых, от использованного времени в течение года);
- графические методы.

Бухгалтерские методы включают в себя:

- метод двойной записи;
- бухгалтерский баланс;
- другие бухгалтерские методы.

Графические методы. Они включающие в себя графики и диаграммы изменения экономических показателей на плоскости и в трехмерном пространстве.

В качестве **экономико-математических методов** выступают математические методы, используемые для решения экономических задач. Они являются важным направлением совершенствования экономического анализа. Использование их в аналитической работе повышает эффективность анализа хозяйственной деятельности предприятий и их подразделений. Это достигается за счет сокращения сроков проведения анализа, более полного охвата влияния факторов на результаты коммерческой деятельности, замены приближенных или упрощенных расчетов точными вычислениями, постановки и решения многомерных задач анализа, практически не выполняемых традиционными методами. Процесс использования экономико-математических методов в экономическом анализе начинается с формулирования математической задачи экономического анализа и дальнейшего ее решения любым удобным для данной ситуации математическим методом.

Экономико-математические методы включают в себя следующие группы методов, объединенных по определенному признаку:

- методы элементарной математики;

- классические методы математического анализа, к которым относят дифференцирование, интегрирование и вариационное исчисление;
- методы математической статистики, к которым относят методы изучения одномерных и многомерных статистических совокупностей;
- эконометрические методы, включающие в себя производственные функции, методы «затраты – выпуск», к которым относят матричный технико-промышленный финансовый план предприятия, межотраслевой баланс, национальное счетоводство;
- методы математического программирования. К ним относят линейное, нелинейное, целочисленное, блочное и динамическое программирование;
- методы исследования операций включают в себя управление запасами; методы определения технического износа и замены оборудования; теорию игр; теорию расписаний; теорию массового обслуживания; сетевые методы планирования и управления;
- методы экономической кибернетики, включающие в себя теорию систем и системный анализ, методы имитации, методы моделирования, деловые игры, методы распознавания образов;
- математическая теория оптимальных процессов. Она состоит из максимума Пантрыгина для управления технико-экономическими процессами, максимума Пантрыгина для управления ресурсами.

Предпринятая попытка объединения экономико-математических методов в отдельные группы не является окончательной. Можно построить и другие группы экономико-математических методов.

Эвристические методы – это неформальные методы решения экономических задач, связанных со сложившейся хозяйственной ситуацией, на основе интуиции, прошлого опыта, экспертных оценок специалистов и других методов. Они включают в себя набор неформальных приемов и способов, позволяющих руководству предприятия решать поставленные задачи. К наиболее применяемым на практике можно отнести следующие методы:

- метод «мозгового штурма», представляющий собой опрос специалистов о предлагаемом решении какой-либо задачи. Ответы могут быть любыми, порой удивительными, на первый взгляд. В поиске решения может участвовать группа или даже большой коллектив специалистов. Создается атмосфера, когда без ответственности за предлагаемое решение и без стеснения каждый участник предлагает свое решение поставленной задачи. В результате организатором этого опроса выбирается лучшее решение;
- метод экспертных оценок заключается в том, что каждый специалист-эксперт оценивает предлагаемые ему решения. Эти решения могут быть оценены в баллах по десятибалльной или по какой-либо другой системе. Участвует в этом эксперименте группа или коллектив специалистов. Им предлагаются проекты вариантов возможных решений. В конечном итоге выбирается вариант решения по среднему взвешенному показателю.

Психологические методы экономического анализа. Они включают в себя в рамках закона спроса и предложения психологию покупателя и продавца, анализ технико-экономических, экономических ситуаций с позиции психологии.

Представленные группировки методов экономического анализа не являются исчерпывающими. Их можно дополнить с различной степенью детализации. Возможно изменение самих группировок и их содержания.

Краткая характеристика методов экономического анализа

Не останавливаясь на подробной характеристике традиционных методов экономического анализа, ибо они общеизвестны по учебникам и учебным пособиям ряда экономических дисциплин, рассмотрим более подробно экономико-математические, эвристические и психологические методы, используемые в практике работы аналитических групп на предприятиях.

К методам элементарной математики относят сложение, вычитание, умножение, деление, извлечение корня любой степени, вычисление процентов и индексов роста и уменьшения какого-либо числа. Безусловно, без этих простейших арифметических действий невозможен бухгалтерский учет и экономический анализ.

Дифференцирование и интегрирование в чистом виде редко применяется в экономическом анализе. Однако они используются в различных методах факторного анализа, которые не являются точными методами, а выступают как приближенные. Например, определяя влияние на какой-либо экономический показатель различных факторов путем решения поставленной задачи методом цепных подстановок и интегральным методом, мы всегда получаем различные результаты вычислений. Причина этого явления заключается в том, что при интегрировании мы всегда имеем остаток, величина которого неизвестна.

Методы математической статистики используются в факторном анализе. Они не дают управленческого решения, а лишь показывают влияние одномерной или многомерной совокупности на какой-либо показатель. Эти методы носят рекомендательный характер, но очень важны для качественного анализа.

Эконометрические методы имеют большую ценность, как в планировании, так и в экономическом анализе деятельности экономических систем. В качестве экономической системы может выступать предприятие и в целом государство. Матричный технико-промышленный финансовый план предприятия и межотраслевой баланс государства базируются на модели «затраты – выпуск». Анализ четырех квадрантов модели матричного техпромфинплана и межотраслевого баланса на уровне проектов и выполнения их дают ценную экономическую информацию для формирования будущей стратегии плана развития предприятия и, соответственно, государства.

Производственные функции используются для качественного анализа на различных уровнях управления. При этом очень важно определение составляющих при разложении функции, отражающей соответствующий анализируемый экономический показатель.

К методам математического программирования, широко применяемым в практике математического анализа, относят линейное программирование. Оно включает в себя симплексный метод, модифицированный симплексный метод, с помощью которого решают задачи распределения разнородных видов ресурсов; так называемые «транспортные» методы, которые позволяют решать задачи транспортного типа, включающие в себя метод потенциалов, распределительный метод, метод разрешающих слагаемых и другие. С помощью этих методов решают задачи анализа загрузки оборудования, специализации производства на уровне предприятия и оптимального размещения производительных сил (предприятий) на уровне регионов и всей территории государства.

Целевая функция методов математического программирования, выражающая критерий оптимальности, показывает максимум или минимум какого-либо экономического показателя. Такими показателями могут быть минимум расходов или максимум доходов при использовании в хозяйственной деятельности ограниченных видов ресурсов.

Методы математического программирования предполагают использование компьютерной техники или ЭВМ в практике экономического анализа. Для простейших задач, например, типа составления смесей и рецептур вполне достаточно использования компьютерной техники и проведения анализа по стандартной программе симплексного метода или модифицированного симплексного метода. Анализ рецептур с применением симплексного метода позволяет получить двойственные оценки, которые нельзя получить никаким другим методом или способом. Эти оценки несут важную экономическую информацию по эффективности использования ресурсов.

Особое место в этой группе занимает динамическое программирование. Его особенность заключается в том, что из множества решений, которые можно выполнить комбинаторным способом, часть отсекается при выполнении алгоритма динамического программирования при решении конкретной задачи экономического анализа. Суть метода состоит в том, что вначале все ресурсы отдаются на использование первому объекту. На втором этапе распределение ресурсов осуществляется между первым и вторым объектом. На третьем этапе распределение идет между тремя объектами. Причем фактически по алгоритму распределение идет между условным первым объектом и третьим объектом. В качестве условного первого объекта выступают решения второго этапа. Процесс продолжается до тех пор, пока распределение ресурсов не произойдет между n объектами. В данном случае распределяется однородный вид ресурсов: деньги, однородный вид сырья, время и другие ресурсы.

Методы исследования операций представляют собой современные математические методы, применяемые в экономических, технико-экономических исследованиях и при выработке управленческих решений на различных уровнях управления. Эти методы применяются как при выработке стратегических решений, когда эти решения влияют на оптимизацию управленческих решений на большом интервале существования экономической системы, так и в организации производства в текущих масштабах времени.

Управление запасами – это многогранная задача, которая решается в различных по масштабам экономических системах. Она может решаться как на уровне государства при определении стратегических запасов сырья, различных видов продукции, включая вооружение, продовольствие, так и на уровне промышленного предприятия, где формируются запасы сырья, материалов, комплектующих изделий, необходимых для обеспечения непрерывности промышленного производства продукции. В зависимости от особенностей постановки задачи управления запасами применяются различные модели, адекватно представляющие ее особенности и, соответственно, методы ее решения. Множество факторов, влияющих на формулировку задач управления запасами, ставят проблему их отбора для конструирования модели. Для многофакторной задачи сложно подобрать метод решения. Поэтому необходимо искать основные факто-

ры, которые не меняют сущности задачи, но упрощают ее для дальнейшего решения.

Износ и замена оборудования – интереснейшая проблема с научной и практической точек зрения. Методические подходы к решению этой проблемы давно существуют. Однако практическая сторона, доведенная до алгоритма решения в соответствующих ситуациях, недостаточно разработана. При замене оборудования необходимо учесть не только его физический и моральный износ, но и влияние установленного нового оборудования или новой технологии на будущее развитие экономической системы в условиях конкуренции. Наиболее простой вариант решения – это сведение задачи замены оборудования к линейной модели целочисленного программирования.

Теория игр – одно из важных направлений исследования операций. Эта теория имеет древнюю историю. Еще Ганибал, а в дальнейшем и Наполеон, применяли теорию игр при разыгрывании возможного поведения войск в битве. Адмирал Нельсон разыгрывал поведение английского флота в предстоящем сражении с неприятелем. В настоящее время на макетах, построенных на песке в соответствии с масштабом карты, идет обучение высшего командного состава армий, разбор военных баталий. В экономику теория игр пришла неожиданно в 60-х годах XX века. Теория игр применяется там, где возникают противоречия интересов двух сторон. Например, интересы предприятий, производящих продукцию, и торгующей организации, ее реализующей. Для предприятия определенные виды продукции являются выгодными и невыгодными. Аналогичная ситуация существует и для торгующей организации. Очень часто выгодная продукция для предприятия является невыгодной продукцией для торгующей организации в связи с плохой реализуемостью этого вида товара, и наоборот, невыгодная продукция для предприятия является выгодной продукцией для торгующей организации. Колбасному заводу мясокомбината выгодно производить сырокопченые, полукопченые виды колбасных изделий и невыгодно производить сосиски, сардельки, некоторые виды вареных колбас в связи с низким уровнем их рентабельности. Для торгующей организации выгодно продавать сосиски, сардельки, вареные виды колбас, так как они быстро раскупаются и, соответственно, торгующая организация имеет высокую скорость оборота капитала. Сырокопченые и полукопченые колбасные изделия, имея высокую цену, пользуются меньшим спросом, и поэтому скорость оборота капитала от продажи этих видов товаров заметно уменьшается. Таким образом, возникает противоречие между мясокомбинатом и торгующей организацией. Раньше они договаривались интуитивно, по принципу «ты у меня возьми этот товар, а я дам тебе тот товар, который тебе нужен». Эту проблему можно снять, если представить торговлю двух купцов в виде игры, сведя ее к задаче линейного программирования, решение которой позволит найти ту седловину, которая устроит обе стороны.

Теория расписаний – ее часто называют теорией оптимальной последовательности производства продукции, имеющей одинаковый технологический маршрут. Наиболее практична эта теория при планировании производства продукции, проходящей соответствующую обработку на двух машинах, станках. Сущность задач, решаемых с помощью теории расписаний, состоит в том, что время обработки на двух станках какого-то вида продукции или

детали разное. Поэтому первый станок загружен всегда, т.е. непрерывно, а второй станок или машина будут простаивать в зависимости от времени обработки его на второй машине. Необходимо подобрать такую последовательность запуска на обработку продукции на первой машине, чтобы вторая машина, являющаяся конечным звеном в технологическом процессе, имела минимум простоев. Простой алгоритм теории расписаний предлагает соответствующую процедуру, ведущую к минимуму простоев второй машины. Тем самым повышается производительность труда в целом технологической линии. Например, возьмем колбасный завод и мясокомбинат. Обжарочные и пароварочные камеры являются последними в обработке полуфабриката колбасных изделий в термическом цехе. В качестве первой машины выступает обжарочная камера, которая создает цвет колбасному изделию, а пароварочная камера заканчивает процесс термообработки колбасного полуфабриката, превращая его в конечный продукт. Теория расписаний позволила построить целую систему оперативного календарного планирования на колбасном заводе, ибо оптимальная последовательность запуска полуфабрикатов колбасных изделий в термический цех является и последовательностью приготовления оболочки, фарша и полуфабриката колбасного изделия. Таким образом, простой алгоритм теории расписаний позволяет повысить производительность труда на колбасном заводе, снизить затраты на производство колбасных изделий и тем самым повысить эффективность хозяйственной деятельности в целом колбасного завода.

Теория массового обслуживания – один из важных математических инструментов, базирующихся на математической статистике, применяемой в практике организации производства, торговли, организации потока денежных средств в банковских системах и многих других экономических системах, где появляются очереди и возникает необходимость их уменьшения. Например, рассмотрим экспедицию колбасного завода, которая отпускает мясопродукты: колбасные изделия, копчености, субпродукты и другие виды продукции. Время выполнения требований, поступивших к кладовщику экспедиции, разное и носит случайный характер. Оно зависит от объема получаемых мясопродуктов и множества других факторов. Время прибытия требований (получателей) мясопродуктов носит также случайный характер. Если кладовщиков будет много, то возникнет очередь кладовщиков для обслуживания требований. В другом случае, если кладовщиков мало, возникнет длинная очередь получателей мясопродуктов. В целом обслуживающая система, чтобы не иметь потерь, должна найти оптимум между количеством каналов обслуживания и количеством требований, поступающих на обслуживание в систему. Теория массового обслуживания решает эту проблему во всех ее проявлениях в процессе производства, в торговле и в любых других экономических системах, где существует обслуживание какой-либо очереди. Экономический анализ систем обслуживания представляет собой важное направление повышения эффективности любой экономической системы.

Сетевые методы планирования и управления получили широкое применение в экономических исследованиях в 50-х годах XX века. Они нашли применение при выполнении крупных проектов в США при создании новых типов вооружений. Сетевые методы планирования и управления относят к графическим методам. Суть их

состоит в построении сетевого графика, который имеет начало работ по выполнению какого-либо проекта и конечное событие, конечную работу, которой завершается выполнение проекта. Если нам необходимо проследить путь передвижения наблюдателя от начальной работы до конечной, то мы можем пройти по множеству путей, длина которых во времени может быть разной. Следовательно, выполнение проекта зависит от самого длинного пути, называемого «критическим». Чтобы уменьшить время выполнения проекта, производят оптимизацию критического пути за счет переброски ресурсов с других путей на критический, тем самым сокращая время его выполнения. Эта простейшая операция и простейший способ реализации сетевых методов на практике. Например, нам необходимо произвести реконструкцию какого-либо предприятия. Она состоит в замене технологических линий или машин и оборудования, в перестройке здания, перепланировке цехов и других видов работ. Вся реконструкция может быть представлена в виде сетевого графика. Пути в сетевом графике могут выступать изменения в способах подачи тепла, воды, электричества, устройства вентиляции; установка технологических линий. В конечном итоге после выполнения этих видов работ, проведения испытаний реконструкция может быть закончена и сдана комиссии по приемке работ. Очень важно при оптимизации критического пути решать параллельно задачу оптимизации использования производственных ресурсов. Эту задачу решают с помощью методов линейного программирования. Сочетание оптимизации времени выполнения реконструкции и используемых для этого производственных ресурсов – одно из важных перспективных направлений современного экономического анализа.

Математическая теория оптимальных процессов, разработанная академиком Пантрягиным для управления технико-экономическими процессами и ресурсами и управления ресурсами, носит более теоретический характер, нежели чем прикладная его часть. Тем не менее, при создании технологических линий, сложных технических систем математическая теория оптимальных процессов Пантрягина нашла широкое применение. Экономистов интересует, в первую очередь, экономический анализ подобных систем. Например, соотношение отдельных звеньев технических систем по мощности, по надежности и по другим параметрам.

Эвристические методы при решении отдельных экономических задач очень часто затрагивают интересы специалистов различных специальностей. Например, ставится задача перед коллективом специалистов о формировании ассортимента производимой предприятием продукции. Безусловно, когда ассортимент велик, задачу решают с применением симплексного метода линейного программирования. А если симплексным методом решить нет возможности, то приходится формировать ассортимент продукции, учитывая множество факторов интуитивно или как-то обосновывая вариант плана. Если даже ассортимент продукции находится в пределах 3-5 наименований, существует множество вариантов плана. Итак, поставленная задача рассматривается специалистами для предприятия, производящего 3 вида продукции. Интересным фрагментом «мозгового штурма» было выступление маркетолога. Он сказал, что решение ассортиментной задачи симплексным методом не дает оптимального плана, ибо это решение не учитывает конкурентоспособности продукции на рынке. Оптимум на

бумаге далеко не всегда остается оптимумом наяву. Симплексный метод статичен. Рынок товаров всегда находится в динамике. Первый вид продукции, безусловно, выгоден для предприятия на бумаге, но скорость реализации его на рынке в 7 раз меньше, чем скорость реализации 3-го вида продукции. Скорость реализации второго вида продукции в 3 раза быстрее скорости реализации первого вида продукции. Таким образом, симплексный метод учитывает только одну цену на продукт, не улавливая скорости оборота капитала. Поэтому необходимо больше производить продукции 3-го вида, насколько позволяют сырье и мощности предприятия, затем продукцию 2-го вида, а остатки сырья и производственной мощности направить на производство продукции 1-го вида с учетом договоров с торгующими организациями. Можно сделать вывод, что экономисты ошиблись в своих предложениях, предложив больше выпускать продукции первого вида. Программисты ошиблись, предложив решать ассортиментную задачу симплексным методом. Однако если учесть скорость оборота капитала при формировании ассортиментной задачи, то симплексный метод, безусловно, даст оптимальный ассортимент продукции, которую должно выпускать предприятие. Можно найти много примеров в хозяйственной деятельности предприятий, когда содружество различных специалистов находит рациональные управленческие решения с помощью эвристических методов экономического анализа.

Психологические методы экономического анализа используются больше интуитивно в хозяйственной деятельности экономических систем. Четких методик, как их применять, где их применять, пока не разработано. Однако примеров использования их в практике много. Остановимся на одном из них. В одной из крупных фирм иностранного государства возникла проблема «лифта». Высокое здание обслуживалось лифтом, который не успевал удовлетворить требования служащих фирмы. На каждом этаже возле лифта выстраивались очереди. Это нервировало служащих, что влияло на дальнейшую их работу: на скорость и качество выполнения служебных обязанностей. Было предложено несколько вариантов: построить с внешней стороны здания еще один лифт, построить внутри здания еще один лифт, заменить существующий лифт на скоростной. Однако все предложенные варианты были дорогостоящими и неприемлемыми для исполнения. Психолог, работающий в фирме, предложил поставить на каждом этаже против дверей лифта по большому зеркалу. Женщины стали смотреться в зеркало. Каждая нашла его нужным для того, чтобы поправить прическу, показать себя окружающим, поправить воротничок. В общем, все женщины использовали зеркало и были довольны, что оно есть. Мужчины в это время смотрели на женщин и любовались ими. Каждый был занят интересным для себя делом. Накопление нервной усталости у сотрудников фирмы значительно уменьшилось. Проблема была решена при минимуме затрат.

Другой пример – из практики работы маркетолога на предприятии, который по своей профессиональной подготовленности знает психологию покупателя и продавца. Маркетолог знает, что покупатель плохо реагирует на цены, оканчивающиеся нулями. У покупателя создается представление, что продавец округлил их в своих интересах, естественно, не уменьшив, а увеличив цену. Поэтому покупатель реагирует на цены, где стоит больше

семерок и восьмерок. Для него создается впечатление, что продавец тщательно выверил свою цену на товар, и она не завышена. Рекомендация маркетолога проста – не имейте в цене круглых цифр.

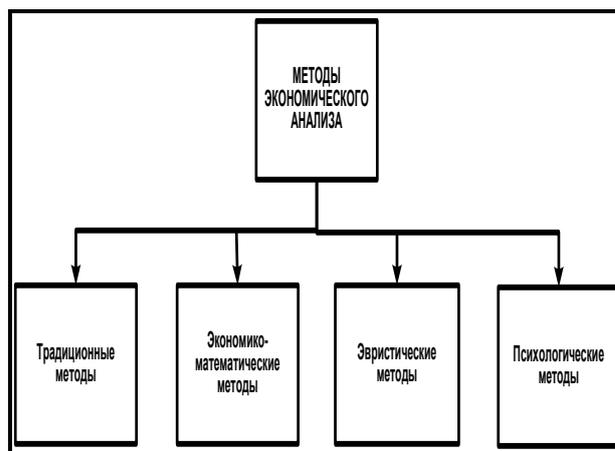


Рис. 1. Методы, применяемые в экономическом анализе

Таблица 1
ТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ, ПРИЕМЫ И СПОСОБЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Статистические методы	Балансовые методы	Графические методы	Приемы и способы элементарной математики
Статистическое наблюдение Расчет абсолютных и относительных показателей Расчеты средних величин Расчет рядов динамики: абсолютного прироста; относительного прироста; темпов роста; темпов прироста Сводка и группировка экономических показателей по определенным признакам Сравнение показателей деятельности предприятия: с показателями конкурентов; с нормативами; в динамике Расчеты индексов, показывающих влияние факторов на сравниваемые показатели Детализация разложения экономического показателя на составляющие	Метод двойной записи Бухгалтерский баланс и другие бухгалтерские методы	Графики Диаграммы на плоскости и трехмерном пространстве	Сложение Вычитание Умножение Деление Проценты: простые; сложные Извлечение корня

Следующий пример, который предлагают маркетологи в повышении заинтересованности покупателя приобрести товар, – это продажа продукции, имеющей какой-либо секрет в себе. Например, в кондитерской промышленности для увеличения продажи шоколада используются шоколадные яйца с сюрпризом. Эту продукцию любят взрослые и, особенно, дети. Можно привести множество примеров психологических приемов в различных видах деятельности.

Классификацию методов можно представить в виде следующей схемы (см. рис. 1).

Методы корреляции и регрессии можно было поместить в группу статистических методов в отдельный столбец. Учитывая, что методы корреляции и регрессии имеют самостоятельное значение в экономическом анализе, и чтобы придать им соответствующую важность, они помещены в группу экономико-математических методов без критерия оптимальности. Аналогичные рассуждения можно представить для методов факторного анализа.

Таблица 2
ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Методы без критерия оптимальности	Методы с критерием оптимальности
Дифференцирование Интегрирование Вариационное исчисление Методы «затраты – выпуск» Производственные функции Теория систем Системный анализ Методы корреляции: парный; множественный Методы регрессии Методы факторного анализа: цепных подстановок; интегральный метод; абсолютных разниц; метод расстояний; метод долевого участия; и другие методы	Математическое программирование: линейное; нелинейное; целочисленное; блочное Динамическое программирование Исследование операций: замена оборудования; теория игр; теория расписаний; теория массового обслуживания Сетевые методы планирования и управления Математическая теория оптимальных процессов максимума Пантрягина: для технико-экономических процессов; для управления ресурсами

Таблица 3
ЭВРИСТИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
АНАЛИЗА

Эвристические методы	Психологические методы
«Мозговой штурм» Экспертные оценки и другие методы	Психология продавца Психология покупателя и другие методы

Табл. 1-3 можно объединить в одну таблицу или сделать построение единой схемы.

В представленной классификации методов экономического анализа нашли место все наиболее известные методы, применяемые на практике. Безусловно, существуют и другие методы, которые представлены в печати в

виде теоретических разработок, но, к сожалению, не сопровождаемые практическими расчетами и примерами.

Важность правильного выбора метода анализа и его использования в практике аудита или проведения анализа можно продемонстрировать на следующем примере использования теории расписаний в анализе организации производства на колбасном заводе, в частности, при определении ассортимента при ограничивающих факторах, а также загрузки обжарочных и пароварочных камер термического цеха колбасного завода.

Практический пример: ассортиментная задача колбасного завода

При планировании ассортимента колбасного завода определяют, какие виды колбасных изделий и в каком количестве необходимо произвести предприятию при имеющихся ресурсах сырья, мощности ведущего оборудования, спросе на определенные виды колбас, чтобы получить максимальную прибыль или максимум товарной продукции.

Модель ассортиментной задачи удобно использовать для анализа ассортимента вырабатываемой продукции за отчетный период (квартал, полугодие, год) с целью выявления резервов повышения эффективности производства. В этом случае легко получить всю необходимую исходную информацию для формирования модели.

В данном случае имеются типичные условия ассортиментной задачи для колбасного завода.

Для удобства расчета в условии задачи взято шесть видов сырья (исключены из рецептуры колбас специи), так как они не лимитируют выпуск колбас. Ассортимент колбас ограничен пятью видами. Условия реализации колбасных изделий не ограничены. Считают, что все пять видов колбас пользуются спросом и будут реализованы в любом количестве. В технологическом процессе производства колбас «узким местом» является термический цех, мощность которого 164 т колбас в сутки. Исходные условия задачи помещены в табл. 4.

Рецептура колбас, помещенная в табл. 4, рассчитана с учетом выхода 1 ц готовой продукции.

Используя экономико-математическую модель ассортиментной задачи колбасного завода, выражают условия задачи в виде колбасного завода, выражают условия задачи в виде линейных уравнений, обозначив количество выпускаемой колбасы столовой через x_1 , любительской – x_2 , докторской – x_3 , отдельной – x_4 , чайной – x_5 .

РЕЦЕПТУРА КОЛБАС

Таблица 4

Сырье	Расход на 1 ц колбасы, кг					Расходы жилованного мяса, кг
	столовой	любительской высшего сорта	докторской высшего сорта	отдельной I сорта	чайной	
Говядина сортов высшего		35	26			22 700
I	38,7			55		32 000
II					62,5	12 500
Свинина полужирная	61,2		73		17,9	43 336
нежирная		40		21,3		28 600
Шпик		25		13,9	7,2	20 000
Прибыль, получаемая от производства 1 ц продукции, руб.	42	75	30	44	25	

Использование говядины высшего сорта на производство колбасы любительской и докторской можно записать следующим уравнением:

$$35x_2 + 26x_3 \leq 22\,700.$$

Говядину I сорта используют при производстве двух видов колбас: столовой и отдельной. Это условие записывается уравнением вида:

$$38,7x_1 + 55x_4 \leq 32\,000.$$

Аналогично рассуждая, можно выразить использование на производство колбас остальных видов сырья: говядины II сорта, свинины полужирной, свинины нежирной, шпика. Уравнения использования этих видов сырья получают вид

$$62,5x_5 \leq 12\,500;$$

$$61x_1 + 73x_3 + 17,9x_5 \leq 43\,336;$$

$$40x_2 + 21,3x_4 \leq 28\,600;$$

$$25x_2 + 13,9x_4 + 7,2x_5 \leq 20\,000.$$

Ограничение на мощность термического цеха запишется уравнением вида:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq 1\,640.$$

Цель, состоящая в подборе производства ассортимента колбасных изделий, позволяющего предприятию получить максимальную прибыль, можно записать уравнением целевой функции:

$$\max L(x) = 42x_1 + 75x_2 + 30x_3 + 44x_4 + 25x_5.$$

Переход колбасы в сырье исключается (случай, когда бракованная колбаса возвращается на переработку, в данном случае не рассматривается). Это условие запишется уравнением

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 3, 4, 5).$$

Записанные уравнения объединяют в экономико-математическую модель линейного программирования. Определить максимум целевой функции

$$L(x) = 42x_1 + 75x_2 + 30x_3 + 44x_4 + 25x_5 \rightarrow \max$$

при ограничениях

$$35x_2 + 26x_3 \leq 22\,700;$$

$$38,7x_1 + 55x_4 \leq 32\,000;$$

$$62,5x_5 \leq 12\,500;$$

$$61,2x_1 + 73x_3 + 17,9x_5 \leq 43\,336;$$

$$40x_2 + 21,3x_4 \leq 28\,600;$$

$$25x_2 + 13,9x_4 + 7,2x_5 \leq 20\,000;$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq 1\,640;$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 3, 4, 5).$$

Неравенства сводят к равенствам путем введения дополнительных переменных.

$$35x_2 + 26x_3 + x_6 = 22\,700;$$

$$38,7x_1 + 55x_4 + x_7 = 32\,000;$$

$$62,5x_5 + x_8 = 12\,500;$$

$$61,2x_1 + 73x_3 + 17,9x_5 + x_9 = 43\,336;$$

$$40x_2 + 21,3x_4 + x_{10} = 28\,600;$$

$$25x_2 + 13,9x_4 + 7,2x_5 + x_{11} = 20\,000;$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_{12} = 1\,640;$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 3, 4, 5).$$

$$L(x) = 42x_1 + 75x_2 + 30x_3 + 44x_4 + 25x_5 + 0x_6 + 0x_7 + 0x_8 + 0x_9 + 0x_{10} + 0x_{11} + 0x_{12} \rightarrow \max.$$

Переменные $x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}$ означают количество неиспользованных ресурсов сырья и мощности термического цеха. Неиспользованные ресурсы не участвуют в процессе производства и не приносят прибыли, поэтому в линейном функционале все дополнительные переменные x_j ($j = 6, 7, \dots, 12$) получают коэффициент нуль.

В качестве опорного плана для решения задачи выбирают вектор

$$\bar{x} = (x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}) = (22\,700, 32\,000, 12\,500, 43\,336,$$

$$28\,600, 20\,000, 1\,640).$$

Решение задачи симплексным методом представлено в табл. 5.1-5.6.

В симплексной табл. 5.6 строка $L(x)$ имеет положительные и нулевые значения, следовательно, получен оптимальный план. Он представлен вектором

$$\bar{x} = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_9, x_{11}, x_{12}) =$$

$$+ (649,6078; 648,5715; 124; 7305; 200; 0,3845; 611,9615; 17,0903).$$

Решение ассортиментной задачи, приведенное в табл. 5.6, показывает, что для получения максимальной прибыли (86 414,5 руб.) колбасному заводу необходимо произвести 649,6 ц столовой, 648,6 ц любительской, 124,7 ц отдельной, 200 ц чайной колбас. Неиспользованными остались шпик (611,9 кг), а также мощность термического цеха (17,1 ц). Остатком нежирной свинины (0,38 кг) можно пренебречь.

Для проверки полученного решения необходимо найденные значения неизвестных в оптимальном варианте (значения неизвестных в табл. 5.18) поставить в симплексные уравнения.

$$35 \cdot 648,5714 + 26 \cdot 0 + 0 = 22\,699,9990;$$

$$38,7 \cdot 649,6078 + 55 \cdot 124,7305 + 0 = 31\,999,9994;$$

$$62,5 \cdot 200,0000 + 0 = 12\,500,0000;$$

$$61,2 \cdot 649,6078 + 73 \cdot 0 + 17,9 \cdot 200 = 43\,335,9974;$$

$$40 \cdot 648,5714 + 21,3 \cdot 124,7305 + 0,3845 = 28\,600,0002;$$

$$25 \cdot 648,5714 + 13,9 \cdot 124,7305 + 17,2 \cdot 200 + 611,9615 = 20\,000,0005.$$

Качество проверки полученного решения зависит от того, насколько точно были вычислены элементы симплексных таблиц в процессе решения задачи.

Двойственные оценки последней симплексной таблицы (см. табл. 5.6) показывают, что 1 кг говядины высшего сорта позволяет получить прибыль при производстве колбасных изделий в размере 2,145 руб., 1 кг говядины I сорта – 0,8008 руб., 1 кг говядины II сорта – 0,3478 руб., 1 кг свинины нежирной – 0,1786 руб.

Нулевые оценки в столбцах x_1, x_2, x_4, x_5 свидетельствуют о том, что столовая, любительская, отдельная и чайная колбасы вошли в оптимальный план. Нулевые оценки в столбцах x_{10}, x_{11}, x_{12} показывают, соответственно, что нежирная свинина, шпик и мощность термического цеха остались не использованы. Положительная оценка в столбце x_3 означает, что при производстве 1 ц докторской колбасы размер прибыли в оптимальном решении уменьшится на 38,86 руб.

Таблица 5.1

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СИМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ

c_j			42	75	30	44	25	0	0	0	0	0	0	0	θ
	Б	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	
0	x_6	22700	0	35	26	0	0	1	0	0	0	0	0	0	648,5714
0	x_7	32000	38,7	0	0	55	0	0	1	0	0	0	0	0	—
0	x_8	12500	0	0	0	0	62,5	0	0	1	0	0	0	0	—
0	x_9	43336	61,2	0	73	0	17,9	0	0	0	1	0	0	0	—
0	x_{10}	28600	0	40	0	21,3	0	0	0	0	0	1	0	0	715,0
0	x_{11}	20000	0	25	0	13,9	7,2	0	0	0	0	0	1	0	800,0
0	x_{12}	1640	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1 640,0
	$L(x)$	0	-42	-75	-30	-44	-25	0	0	0	0	0	0	0	

Таблица 5.2

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СИМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ

c_j			42	75	30	44	25	0	0	0	0	0	0	0	θ
	Б	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	
75	x_2	648,5714	0	1	0,7429	0	0	0,0286	0	0	0	0	0	0	581,8182
0	x_7	32000	38,7	0	0	55	0	0	1	0	0	0	0	0	
0	x_8	12500	0	0	0	0	62,5	0	0	1	0	0	0	0	
0	x_9	43336	61,2	0	73	0	17,9	0	0	0	1	0	0	0	
0	x_{10}	2656	0	0	-29,7160	21,3	0	-1,144	0	0	0	1	0	0	124,7485
0	x_{11}	3785	0	0	-18,5785	13,9	7,2	-0,715	0	0	0	0	1	0	272,6342
0	x_{12}	991,4286	1	0	-0,2571	1	1	0,0286	0	0	0	0	0	1	
	$L(x)$	48642,85	-42	0	25,7175	-44	-25	2,145	0	0	0	0	0	0	

Таблица 5.3

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СИМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ

c_j			42	75	30	44	25	0	0	0	0	0	0	0	θ
	Б	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	
75	x_2	648,5714	0	1	0,7429	0	0	0,0286	0	0	0	0	0	0	—
0	x_7	25138,8	38,7	0	76,7305	0	0	2,9535	1	0	0	-2,5795	0	0	649,5822
0	x_8	12500	0	0	0	0	62,5	0	0	1	0	0	0	0	—
0	x_9	43336	61,2	0	73	0	17,9	0	0	0	1	0	0	0	708,1046
44	x_4	124,74	0	0	-1,3951	1	0	0,0537	0	0	0	0,0469	0	0	—
0	x_{11}	2051,71	0	0	0,8194	0	7,2	0,0314	0	0	0	-0,69519	1	0	—
0	x_{12}	866,48	1	0	1,6522	0	1	0,0251	0	0	0	-0,0469	0	1	866,6814
	$L(x)$	54131,78	-42	0	-35,6669	0	-25	-0,2178	0	0	0	-2,0636	0	0	

Таблица 5.4

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СИМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ

c_j			42	75	30	44	25	0	0	0	0	0	0	0	θ
	Б	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	
75	x_2	648,5714	0	1	0,7429	0	0	0,0286	0	0	0	0	0	0	—
42	x_1	649,5822	1	0	1,9827	0	0	0,0763	0,0258	0	0	0,0667	0	0	—
0	x_8	12500	0	0	0	0	62,5	0	0	1	0	0	0	0	200,0000
0	x_9	3581,5694	0	0	-48,3412	0	17,9	-4,6696	-1,5790	0	1	4,0820	0	0	200,0877
44	x_4	124,7485	0	0	-1,3951	1	0	-0,0537	0	0	0	0,0469	0	0	—
0	x_{11}	2051,7108	0	0	0,8194	0	7,2	0,0314	0	0	0	-0,6519	1	0	284,9598
0	x_{12}	217,0979	0	0	-0,3305	0	1	-0,0512	-0,0258	0	0	0,0198	0	1	217,0979
	$L(x)$	81414,2414	0	0	47,6065	0	-25	2,9868	1,0836	0	0	-0,7378	0	0	

Таблица 5.5

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СИМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ

c_j			42	75	30	44	25	0	0	0	0	0	0	0	θ
	Б	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	
75	x_2	648,5714	0	1	0,7429	0	0	0,0286	0	0	0	0	0	0	—
42	x_1	649,5822	1	0	1,9827	0	0	0,0763	0,0258	0	0	-0,0667	0	0	—
25	x_5	200,0000	0	0	0	0	1	0	0	0,0160	0	0	0	0	—
0	x_9	1,5694	0	0	-48,3412	0	0	-4,6696	-1,5790	-0,2864	1	4,0820	0	0	0,3845
44	x_4	124,7485	0	0	-1,3951	1	0	-0,0537	0	0	0	0,0469	0	0	2659,8827
0	x_{11}	611,7108	0	0	0,8194	0	0	0,0314	0	-0,1152	0	-0,6519	1	0	—
0	x_{12}	17,0979	0	0	-0,3305	0	0	-0,0512	-0,0258	-0,0160	0	0,0198	0	1	863,5303
	$L(x)$	86414,2414	0	0	47,6065	0	0	2,9868	1,0836	0,4000	0	-0,7378	0	0	

Таблица 5.6

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СИМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ

c_j			42	75	30	44	25	0	0	0	0	0	0	0
	Б	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}
75	x_2	648,5714	0	1	0,7429	0	0	0,0286	0	0	0	0	0	0
42	x_1	649,6078	1	0	1,1928	0	0	0	0	-0,0047	0,0163	0	0	0
25	x_5	200,0000	0	0	0	0	1	0	0	0,0160	0	0	0	0
0	x_{10}	0,3845	0	0	-11,8425	0	0	-1,1439	-0,3868	-0,0702	0,2450	1	0	0
44	x_4	124,7305	0	0	-0,8397	1	0	0	0,0182	0,0033	-0,0115	0	0	0
0	x_{11}	611,9615	0	0	-6,9007	0	0	0,7143	-0,2522	-0,1610	0,1597	0	1	0
0	x_{12}	17,0903	0	0	-0,0960	0	0	-0,0286	-0,0181	-0,0146	-0,0049	0	0	1
	$L(x)$	86414,2414	0	0	38,8683	0	0	2,1450	0,8008	0,3478	0,1786	0	0	0

Таблица 5.7

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СИМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ

Сырье	Двойственная оценка	Норма расхода сырья на 1 ц продукции, кг	Объем производства колбас, ц				Прибыль от использования сырья, руб.
			любительской	столовой	отдельной	чайной	
Говядина сортов высшего	2,145	35	648,5714	649,6078	124,7305	200	48 691,49785
I	0,8008	38,7					20 131,99533
I	0,8008	55		5 493,6301			
II	0,3478	62,5		4 347,5			
Свинина полужирная	0,1786	61,2	649,6078			200	7 100,42113
То же	0,1786	17,9					639,388
Итого							86 404,43241

Значение $L(x)$ оптимального плана проверяют с помощью двойственных оценок столбцов x_6, x_7, x_8, x_9 . Для этого двойственные оценки для сырья умножают на соответствующие нормы расхода этих видов сырья на производство единицы колбасного изделия, полученные произведения умножают на объем производства колбасы данного вида, представленным оптимальным планом. Результаты проверки помещены в табл. 5.7.

Наибольшая погрешность 10,09 руб. (10,09 руб. = 86414,52 – 86404,43) появилась в результате округлений при вычислении элементов симплексных таблиц решения задач.

При решении ассортиментной задачи по критерию максимума товарной продукции положительные двойственные оценки для дополнительных переменных, введенных в уравнения сырья, покажут стоимости сырья по видам, имеющимся в условии задачи. Двойственные оценки могут служить дополнительной ценной информацией для проведения анализа прибыли, анализа себестоимости выпускаемых колбасных изделий. Поэтому критерий максимума товарной продукции для решения ассортиментной задачи более удобен, чем критерий максимума прибыли.

При решении задачи выбора годового ассортимента колбасного завода приходится решать большие таблицы, это вызвано тем, что количество производимых видов колбасных изделий на крупных предприятиях достигает 200 наименований.

Определение последовательности загрузки обжарочных и пароварочных камер колбасного завода

При определении суточного ассортимента колбасного завода было учтено ограничение объема производства колбас исходя из мощности термического цеха, являющегося «узким местом» в технологическом процессе производства колбасных изделий.

Обжарочные и пароварочные камеры являются ведущим оборудованием термического цеха при выработке вареных колбасных изделий, поэтому повышение производительности этих камер позволяет увеличить производство продукции колбасных предприятий.

Полуфабрикаты колбасных изделий в термическом цехе, проходя последовательно обработку в обжарочных, а затем в пароварочных камерах, превращаются в готовую продукцию.

Длительность обжарки колбасных изделий зависит от толщины оболочки, варки – от диаметра оболочки. В зависимости от вида колбас, имеющих различную толщину и диаметр оболочки, меняется длительность обжарки и варки колбасных изделий, что служит причиной простоя пароварочных камер. Сведения простоев пароварочной камеры к минимуму при обработке планируемого ассортимента колбас является важной задачей, которую приходится решать ежемесячно.

В данном случае рассмотрен пример составления расписания загрузки в обжарочную камеру колбасных полуфабрикатов в такой последовательности, которая позволяет в процессе их обжарки и варки свести простой пароварочной камеры к минимуму.

В табл. 6 представлен суточный ассортимент колбасных полуфабрикатов, которые должны пройти термическую обработку.

Технологический процесс термической обработки позволяет производить обжарку и варку колбасных полуфабрикатов только одного вида в каждой камере.

Схематично процесс обжарки и варки колбасных полуфабрикатов изображают, как показано на рис. 2.

Определяют простой пароварочной камеры с помощью рекуррентных соотношений, считая, что обжарка и варка колбасных полуфабрикатов будет происходить в порядке, указанном в табл. 6.

Таблица 6
СУТОЧНЫЙ АССОРТИМЕНТ КОЛБАСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Номер по порядку	Колбаса	Длительность, мин.		Простой пароварочной камеры, мин.
		Обжарки	Варки	
1	Чайная	60	50	60
2	Докторская	70	60	20
3	Сардельки	50	30	—
4	Любительская	120	140	80
5	Сосиски	40	20	—
6	Столовая	60	60	—
7	Отдельная	130	150	10

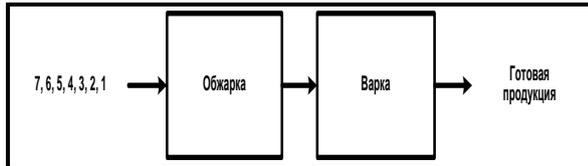


Рис. 2. Процесс обжарки и варки колбасных полуфабрикатов

$$\begin{aligned}
 x_1 &= 60; \\
 x_2 &= \max[(60 + 70) - 50 - 60; \quad 0] = 20; \\
 x_1 + x_2 &= \max(130 - 50; \quad 60) = 80; \\
 x_3 &= \max[(130 + 50) - 110 - 80; \quad 0] = 0; \\
 x_1 + x_2 + x_3 &= \max[(180 - 110); \quad 80; \quad 60] = 80; \\
 x_4 &= \max[(180 + 120) - 140 - 80; \quad 0] = 80; \\
 \sum_{i=1}^4 x_i &= \max(300 - 140; \quad 70; \quad 80; \quad 60) = 160; \\
 x_5 &= \max[(300 + 40) - 280 - 160; \quad 0] = 0; \\
 \sum_{i=1}^5 x_i &= \max(340 - 280; \quad 160; \quad 70; \quad 80; \quad 60) = 160; \\
 x_6 &= \max[(340 + 60) - 300 - 160; \quad 0] = 0; \\
 \sum_{i=1}^6 x_i &= \max(400 - 300; \quad 60; \quad 160; \quad 70; \quad 80; \quad 60) = 160; \\
 x_7 &= \max[(400 + 130) - 360 - 160; \quad 0] = 0; \\
 \sum_{i=1}^7 x_i &= \max(530 - 360; \quad 100; \quad 60; \quad 160; \quad 70; \quad 80; \quad 60) = 170.
 \end{aligned}$$

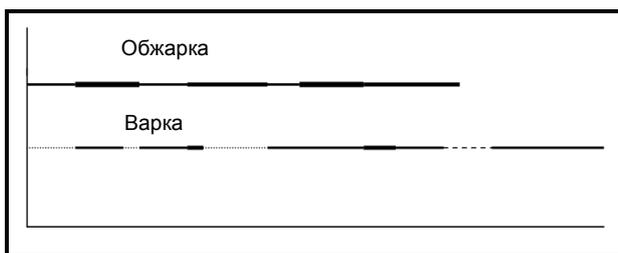


Рис. 3. Диаграмма последовательности обработки колбасных изделий в обжарочной и пароварочной камерах (жирными линиями обозначено время работы камеры, пунктиром – время простоя)

Вычисление значений простоев пароварочной камеры помещают в табл. 4 и изображают последовательность в виде диаграммы Ганта (рис. 3).

Суммарный простой пароварочной камеры составит 170 мин., в том числе колбас: чайной – 60 мин., докторской – 20 мин., любительской – 80 мин., отдельной – 10 мин.

Если порядок прохождения обжарки и варки полуфабрикатами колбасных изделий поменять, то можно уменьшить суммарный простой пароварочной камеры. Для достижения цели пользуются вышеописанным алгоритмом определения оптимальной последовательности. Условие задачи помещено в табл. 7.

Таблица 7

УСЛОВИЕ ЗАДАЧИ

i	A_i	B_i
1	60	50
2	70	60
3	50	30
4	120	140
5	40	20
6	60	60
7	130	150

Таблица 8

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

i'	i	A_i	B_i
7	1	60	50
	2	70	60
	3	50	30
	4	120	140
	—	40	20
	6	60	60
	7	130	150

Таблица 8

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

i'	i	A_i	B_i
6	1	60	50
	2	70	60
	—	50	30
7	4	120	140
	—	40	20
7	6	60	60
	7	130	150

Таблица 8

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Номер по порядку	Колбаса	Длительность, мин.		Простой пароварочной камеры, мин.
		Обжарки	Варки	
1	Столовая	60	60	60
2	Любительская	120	140	60
3	Отдельная	130	150	—
4	Докторская	70	60	—
5	Чайная	60	50	—
6	Сардельки	50	30	—
7	Сосиски	40	20	—

Определяют минимальный элемент в колонках A_i и B_i . Им оказывается число 20 в столбце B_i . Вычеркивают пятую строчку, а в столбце i в той же строке ставят цифру 7. Результаты помещают в табл. 7. Столбец i' показывает новые номера обработки колбасных изделий, позволяющие определить оптимальную последовательность их обжарки.

В табл. 8 снова в столбцах A_i и B_i определяют минимальный элемент. В столбце B_i имеют в третьей строке элемент 30. Вычеркивают номер 3 в столбце i , а в столбец i' в третьей строке записывают номер 6. Результаты помещены в табл. 8.

Проводя аналогичные рассуждения, получают оптимальный вариант последовательности запуска на обработку в обжарочную камеру колбасных изделий. Этот вариант последовательности помещен в табл. 8.

Суммарные простои пароварочной камеры подсчитывают с помощью рекуррентных соотношений:

$$x_1 = 60;$$

$$x_2 = \max[(60 + 120) - 60 - 60; 0] = 60;$$

$$x_1 + x_2 = \max(180 - 60; 60) = 120;$$

$$x_3 = \max[(180 + 130) - 200 - 120; 0] = 0;$$

$$\sum_{i=1}^3 x_i = \max(310 - 200; 120; 60) = 120;$$

$$x_4 = \max[(310 + 70) - 350 - 120; 0] = 80;$$

$$\sum_{i=1}^4 x_i = \max(380 - 350; 110; 120; 60) = 120;$$

$$x_5 = \max[(380 + 60) - 410 - 120; 0] = 0;$$

$$\sum_{i=1}^5 x_i = \max(440 - 410; 30; 110; 120; 60) = 120;$$

$$x_6 = \max[(440 + 50) - 460 - 120; 0] = 0;$$

$$\sum_{i=1}^6 x_i = \max(490 - 460; 30; 30; 110; 120; 60) = 120;$$

$$x_7 = \max[(490 + 40) - 490 - 120; 0] = 0;$$

$$\sum_{i=1}^7 x_i = \max(530 - 490; 30; 30; 30; 110; 120; 60) = 120.$$

Суммарные простои пароварочной камеры составят 120 мин. Вычисленные значения простоев пароварочной камеры помещены в табл. 8.

Простои пароварочной камеры сокращаются на $170 - 120 = 50$ мин., или 29,4%.

Аналогичные результаты получены и на графике Ганта (рис. 3).

Из приведенных расчетов видно, что расчетная последовательность загрузки обжарочной камеры позволяет на 29,4% сократить простои пароварочной камеры по сравнению с первоначальной последовательностью обработки и, следовательно, при той же мощности оборудования увеличить производство продукции, повысить фондоотдачу.

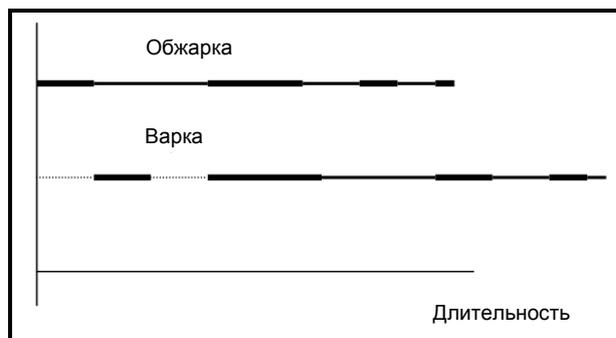


Рис. 3. Диаграмма оптимальной последовательности обработки колбасных изделий в обжарочной и пароварочной камерах (жирными линиями обозначено время работы камеры, пунктиром – время простоя)

На расчеты последовательности термической обработки колбасных изделий не потребуется капитальных вложений, больших затрат труда и времени. (Технологу или мастеру термического цеха на расчет последовательности обжарки колбасных изделий потребуется не более 10 мин., если даже ассортимент производства колбас на планируемый период времени достигнет 30 наименований).

Последовательность обработки колбасных изделий в термическом цехе сохраняется и для предыдущих участков, цехов приготовления этих полуфабрикатов: шприцевания, приготовления оболочки, приготовления фарша.

Производительность шприцев повышается с увеличением диаметра оболочки колбас, поэтому расчетная последовательность производства колбас отвечает интересам цеха шприцевания, который стремится в начале смены увеличить заделы полуфабрикатов для обеспечения ритмичной работы термического цеха. Рассчитанная последовательность помогает рационально спланировать организацию работ на участках приготовления фарша, оболочки колбас.

Коровин Александр Васильевич