

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»

Кафедра экономической теории

МЕНЕДЖМЕНТ

Учебное пособие по дисциплине «Менеджмент»
для студентов бакалавриата очной и заочной форм обучения,
обучающихся по направлению «Экономика»

Составитель
А. В. Архипов

Санкт-Петербург
2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Тема 1. Природа управления в организационных системах. Условия и факторы возникновения и развития менеджмента. Этапы и школы в истории менеджмента.....	4
Тема 2. Основные функции менеджмента.....	8
Тема 3. Управленческие решения. Модели выбора. Многокритериальные модели. Выбор в условиях неопределенности.....	27
Тема 4. Организационные схемы принятия решений. Социальные и психологические аспекты в деятельности менеджера.....	54
Тема 5. Основы производственного менеджмента.....	59
<i>Контрольные вопросы и упражнения.....</i>	<i>97</i>
Задания для выполнения контрольной работы по дисциплине «Менеджмент» студентами заочной формы обучения.....	101
Примерный перечень вопросов к экзамену.....	113
Рекомендуемая литература.....	114

Предисловие

Термин «менеджмент» прочно вошел в обиход в деловой сфере, но порой трактуется неоправданно широко. В данном пособии мы будем понимать под этим термином научно-практическую дисциплину, рассматривающую процессы управления в организационных системах.

Особенностью организационных систем является то, что их элементами являются люди и группы людей. Люди, возможно, во взаимодействии с техническими средствами выступают в роли субъектов управления (менеджеры), исполнителей, объектов управления, выполняют иные функции в организационной системе. Люди, в отличие от технических объектов обладают развитым интеллектом, волей, имеют различные социально-политические и психологические характеристики. Как элементы системы люди могут иметь различные интересы, обладать различными возможностями в реализации заданных функций, быть по-разному мотивированными на их выполнение. Все указанные особенности должны быть учтены при построении системы менеджмента, при постановке и решении управленческих задач.

К классу организационных систем относятся и производственные системы, более близкие по своей природе к профессиональным интересам будущих специалистов по прикладной экономике. Понятия «система», «управление», «контур управления» и ряд других нужных для изучения дисциплины понятий будет пояснен в дальнейшем.

При изучении основ менеджмента содержание удобно разделить на две части, выделив в первую часть вопросы управления, общие для различных видов деятельности и во вторую часть – особенности применения общих принципов и методов управления к конкретным сферам деятельности. В соответствии с таким разделением построена программа изучения данного раздела дисциплины: первый учебный модуль посвящен общим вопросам менеджмента, второй модуль – особенностям различных направлений функционального менеджмента, отражающим специфику различных сфер деятельности. В учебном пособии отражены темы первого модуля и тема «Основы производственного менеджмента», относящаяся ко второму модулю.

Управленческая деятельность предполагает основательную подготовку в различных областях знаний – в экономике, социологии, правовых дисциплинах, психологии, прикладной математике и информатике, науке об управлении. Поэтому достаточно полные руководства для профессиональной подготовки по менеджменту весьма объемны и требуют значительного времени для изучения. Данное пособие ориентировано на студентов бакалавриата, специализирующихся в области экономики. Для них данная дисциплина не является профилирующей и призвана расширить их научный

кругозор, познакомить с базовыми понятиями и содержанием современного менеджмента, позволяющими студенту или выпускнику при необходимости расширить свои знания с использованием более подробных специальных руководств. Это обстоятельство послужило основанием для отбора материала и его распределения по ограниченному объему пособия. В конце приведен небольшой список учебной литературы, где те или иные вопросы рассмотрены более подробно. В разделе, посвященном производственному менеджменту, приведены постановки и алгоритмы решения нескольких задач календарного планирования, характерных для производств различных отраслей. Для лучшего понимания специфики производственных задач и требований к их решению студенту полезно разобраться в этом материале и выполнить предложенные упражнения. Умение достаточно полно ответить на контрольные вопросы, приведенные в конце пособия, является условием успешной сдачи экзамена по дисциплине.

Тема 1. Природа управления в организационных системах. Условия и факторы возникновения и развития менеджмента. Этапы в истории менеджмента

Менеджмент как научно-практическая дисциплина представляет собой раздел более общей области знаний – науки об управлении. Это означает, что функции менеджмента в своей принципиальной основе подобны функциям, рассматриваемым в общей теории, и отличаются от них лишь специфическими механизмами реализации, обусловленными природой элементов, составляющих *систему управления*. Рассмотрим основные понятия, используемые при описании систем управления.

Системой называют совокупность элементов, связанных между собой определенными отношениями. Конфигурацию связей (отношений) между элементами называют *структурой* системы. Отдельные элементы и система в целом характеризуются наборами параметров, по значениям которых можно судить о *состоянии* элементов или системы. Элементы, не входящие в рассматриваемую систему, представляют для нее *внешнюю среду*. Можно говорить также о внешней среде отдельного элемента: ее составляют все иные элементы, как входящие, так и не входящие в рассматриваемую систему. Внешнюю среду также можно рассматривать как особую систему и выделять различные ее состояния. Отдельные элементы и система в целом могут испытывать *воздействия* со стороны внешней среды, изменяющие их состояния, и в свою очередь производить действия, влияющие на состояние среды.

Субъект – элемент системы, способный воспринимать, анализировать внешнюю среду, оценивать ее состояния, выявлять среди них наиболее предпочтительные, желательные для себя состояния и предпринимать активные действия для достижения предпочтительных состояний.

Такие предпочтительные состояния, побуждающие субъекта к активным действиям, обозначаются как *целевые состояния* или *цели*.

Часть внешней среды, выделенная субъектом по результатам анализа его целей, представляет собой *объект*, на который субъект направляет свои воздействия. Среди возможных состояний объекта должны быть такие, которые соответствуют целям субъекта. Их называют целевыми состояниями.

Деятельность субъекта, обеспечивающая перевод и удержание объекта в целевом состоянии, называют *управлением*. Совокупность субъекта и объекта, связанных между собой и с внешней средой, образуют *систему управления*. Влияние внешней среды проявляется в виде воздействий различного рода, как правило, мешающих достижению цели субъекта, выводящих объект из целевого состояния. Такие нежелательные воздействия на систему управления со стороны внешней среды называют *возмущающими воздействиями* (*возмущениями*) или *помехами*. В теории управления для упрощения анализа принято считать, что возмущения действуют на объект управления, хотя фактически они могут действовать и на субъект, и на каналы связи, и одновременно на все элементы системы. Возмущения всегда носят непредсказуемый, случайный характер: форма, значение и момент действия возмущений, в общем случае, являются случайными величинами. Отсюда следует необходимость для субъекта постоянно контролировать состояние объекта (проверять соответствие фактического состояния в текущий момент времени t заданному или целевому состоянию) и при отсутствии такого соответствия (при *отклонении*) вырабатывать соответствующее *управляющее воздействие* на объект. Поэтому управление – это *процесс*, т. е. функция, среди аргументов которой присутствует время. На *рис.1* представлена общая схема системы управления, поясняющая связь между элементами системы и средой. Канал, по которому от субъекта к объекту передается управляющее воздействие, называют каналом *прямой* связи. Сведения о текущем фактическом состоянии объекта передаются субъекту по каналу *обратной* связи. Системы управления, имеющие такую структуру, называют системами с обратной связью или *замкнутыми* системами. Такие системы получили наибольшее распространение, так как обеспечивают более высокое качество и эффективность процесса управления (эти понятия будут пояснены позже). Системы без обратной связи («разомкнутые») также находят применение, как правило, в технических и технологических системах. Примерами могут служить различные виды оборудования с числовым программным управлением: трикотажные машины, ткацкие станки, раскройные комплексы, красильные аппараты периодического действия.

Множество возможных управляющих воздействий (или, как часто говорят, управлений) в каждый момент времени, как правило, ограничено. Также считают ограниченными множество возможных состояний объекта и множество возмущений. Если для любого текущего состояния объекта среди возможных управляющих воздействий существует последовательность воздействий, переводящая объект в целевое состояние за конечный

промежуток времени, объект называют *управляемым*. Если таких управляющих воздействий нет, то объект называют *неуправляемым*.

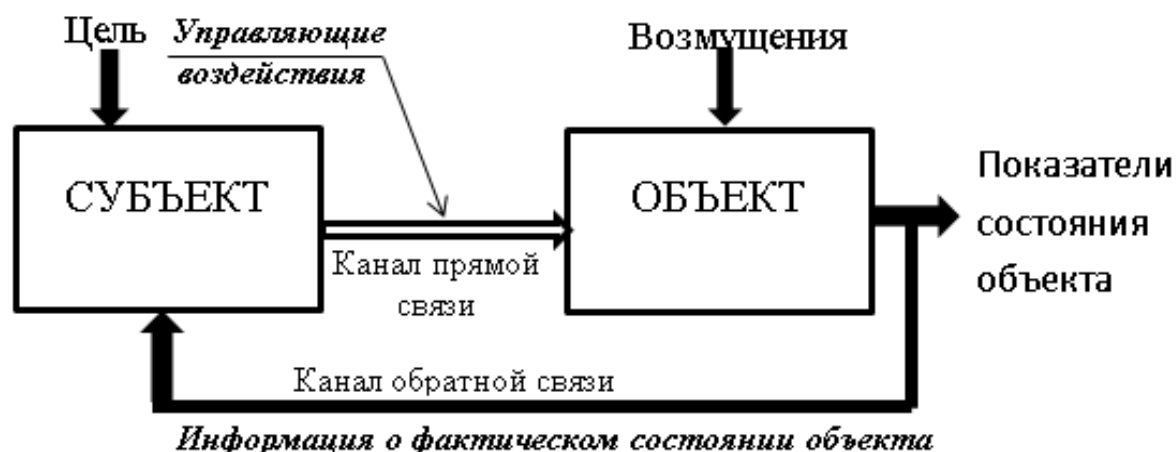


Рис. 1. Общая структурная схема замкнутой системы управления

Изложенные сведения о системах управления имеют общий характер и пригодны для начальных этапов описания систем любой природы: технических, организационных, экономических и пр. Менеджмент занимается организационными системами, т. е. такими, в которых в роли «элементов» выступают люди или группы людей. Организационные системы («организации») могут существенно отличаться по профилю и масштабу деятельности, по составу и количеству работников, по правовым и экономическим основам своей деятельности и другим признакам. Но объединяет такие системы наличие людей, выполняющих в контуре управления различные функции. Человек как элемент системы обладает индивидуальными качествами – личными, психологическими, интеллектуальными, социальными характеристиками, которые сказываются на качестве выполнения предписанных ему функций. Взаимодействие людей в процессе совместной работы порождает дополнительные проблемы для менеджера, обусловленные такими личными качествами работников, как квалификация и профессионализм, индивидуализм и способность к коллективной работе, честолюбие и склонность к зависти, дисциплинированность и ответственность, уровень мотивации и, возможно, другими чертами. Указанные особенности приносят в работу организационных, в частности, производственных систем управления некоторую неоднозначность и неопределенность, затрудняют использование формализованных подходов и требуют применения специальных методов реализации управленческих функций, учитывающих данные общественных и гуманитарных наук. Но важно подчеркнуть неизменный, универсальный характер рассмотренной выше принципиальной схемы построения системы управления с обратной связью.

Современный менеджмент сформировался в результате взаимодействия теории и практики управления целенаправленной деятельностью людей. Начало этого процесса можно отнести к доисторическим временам, когда наши первобытные предки, руководствуясь инстинктами и накапливая практический опыт, искали и находили организационные решения для обеспечения эффективной совместной деятельности по добыванию пропитания и обеспечению выживания вида.

Приведем краткую характеристику основных периодов, которые принято выделять в развитии теории и практики менеджмента.

Древний (или ранний) период. Примерно 7 тысячелетие до н.э. – XVIII век. *Сократ* (470-399 гг. до н.э.) дал характеристику управления как особого вида деятельности. Он проанализировал основные формы управления и провозгласил принцип универсальности управления. *Платон* (428-348 гг. до н.э.) дал классификацию форм государственного управления, сделал попытки разграничить функции органов управления.

Индустриальный период (1776 – 1890 гг.). Развивается теория государственного управления, формируются основы экономической теории. В связи с развитием и усилением роли промышленности развивается и теория управления промышленным производством (факторы роста производительности труда: разделение труда (А. Смит), идеи гуманизации производства, обучение работников, улучшение условий труда (Р. Оуэн)). Создается прообраз вычислительной машины, позволившей повысить оперативность управления (Ч. Беббидж).

Период анализа и систематизации (1856 — 1960 гг.). Активное развитие теории управления в организациях. Формируются различные направления, школы. Совершенствуется научный аппарат в области управления, обобщается опыт решения сложных управленческих задач в периоды первой и второй мировых войн. Формируется и активно развивается математическая теория *исследования операций*, ставшая теоретической основой рациональной организации деятельности в различных областях, в том числе, в экономической сфере. Разрабатываются модели оптимального планирования в экономике (*линейное программирование* – Л. В. Канторович, Дж. Данциг), теории расписаний, управления запасами, теории игр (Дж. фон Нейман, О. Моргенштерн). Формируется общая наука об управлении в системах различной природы (*кибернетика* – Н. Винер), давшая толчок созданию и бурному развитию электронных вычислительных машин.

Информационный период (1960 – по настоящее время). Характеризуется широким использованием в практике управления предприятиями и организациями информационных технологий, базирующихся на компьютерной технике. Информационные технологии кардинально изменили облик производства, содержание и подходы к решению управленческих задач. Последние достижения в области сетевых и мобильных технологий привели к появлению и развитию т.н. «цифровой» экономики, приобретающей статус магистрального направления в экономическом развитии.

Тема 2. Основные функции менеджмента

Рассмотренная выше общая схема управления нуждается в детализации. В частности, полезно подробнее рассмотреть функции, которые выполняет субъект в процессе управления.

На *рис.2* представлена структурно-функциональная схема управления производственным объектом, показывающая логическую связь между функциями. Раскроем содержание этих функций. Обратим внимание, что схема относится к одному *циклу управления*, т. е. к периоду времени, в течение которого субъект выполняет в определенной последовательности все свои функции, стремясь перевести объект в состояние, соответствующее целям, сформулированным к началу периода.

Определение основных целей на заданный период времени. На этом этапе формулируются цели системы на заданный интервал времени. Выдвижению целей предшествует работа по выявлению и анализу проблемы, которую субъект предполагает решить в заданный период времени. Первоначальные формулировки целей могут быть укрупненными, обозначающими направления поиска решения проблемы и целевые значения обобщенных показателей, которые должны быть достигнуты. На следующих этапах эти формулировки должны быть конкретизированы. Но на любом этапе эти формулировки должны удовлетворять следующим требованиям:

- они должны содержать четкие признаки достижения целей или степени приближения к ним,
- они должны содержать сроки достижения целей,
- целевые показатели должны быть реально достижимы и при этом обеспечивать полное использование потенциала системы.

Прокомментируем последнее требование. Если цели осознаются работниками как нереальные, недостижимые, не соответствующие их фактическим возможностям, то должного рабочего настроения, должного стимула к работе не возникает, что скажется на конечных результатах деятельности. Если же цели могут быть достигнуты без особых усилий, то это расхолаживает работников и также снижает результаты, по крайней мере, в части использования имеющегося потенциала.

Классификация целей может быть проведена по различным признакам.

Одним из общепринятых признаков является период времени для достижения целей или *временной горизонт*. По этому признаку различают цели:

- стратегические (перспективные, долгосрочные) (для различных организаций это может быть период в 3, 5, 10 и более лет),
- тактические (среднесрочные) (как правило, 1 год),

- оперативные (краткосрочные) (период менее года – полугодие, квартал, месяц, декада, сутки, смена).

Цели указанных видов различаются не только по временному горизонту. Они имеют разное содержание, различную степень детализации. Наиболее общие формулировки характерны для целей стратегического уровня. Наибольший уровень детализации имеют оперативные цели.

Выдвигаемые цели удобно разделять на две группы:

- функциональные цели,
- экономические цели.



Рис.2. Взаимосвязь функций управления в системе с обратной связью

В производственных системах, назначением которых является выпуск определенной продукции, цели первой группы представляются показателями, характеризующими те или иные свойства этой продукции, их функциональные характеристики. Примеры таких целей: обеспечить к концу периода повышение уровня надежности изделий не менее, чем на 5%; обеспечить к

концу года повышение среднего тарифного разряда основных производственных рабочих не менее, чем на 0,2. В эту группу могут быть также включены цели, состоящие в выполнении конкретных организационно-технических мероприятий, например, к концу года освоить производство модернизированного варианта изделия.

Экономические цели формулируются в терминах изменений тех или иных экономических показателей. Примеры: увеличить к концу квартала объем продаж не менее, чем на 5%; сократить затраты по статье «энергия на производственные нужды» на 0,5%; увеличить объем чистой прибыли (прибыль после вычета налога) к концу года не менее, чем на 3%. Как правило, достижение экономических целей предполагает достижения определенных функциональных целей.

Среди экономических целей важное место занимают целевые показатели *эффективности* деятельности. В показателях эффективности всегда сопоставляются в той или иной форме результаты (эффект) деятельности и связанные с этой деятельностью затраты. Показатели эффективности могут быть сугубо экономическими (прибыль как разность выручки и затрат за период), рентабельность затрат (отношение прибыли к затратам). Такие показатели исчисляются в стоимостной форме и выражаются в денежных единицах (прибыль) или в процентах (рентабельность).

В других случаях показатели эффективности по своему содержанию являются технико-экономическими, объединяющими в себе технические и экономические аспекты оценки. Основную группу таких показателей составляют показатели эффективности использования различных ресурсов. Они характеризуют величину отдачи единицы ресурса. Например, показатель производительности труда вычисляется как отношение количества произведенной продукции (в денежных (рубли, доллары, евро) или натуральных (штуки, килограммы, киловатты) единицах) к затратам труда (число рабочих, количество отработанных машино-часов). Для оценки эффективности использования ресурса могут быть применены и обратные по смыслу показатели, выражающие затраты ресурса на единицу продукции. Примерами могут служить показатели трудоемкости, материалоемкости, энергоемкости продукции.

Важным приемом при формулировании и анализе целей является метод построения «дерева целей». Метод не является формальным и предполагает тщательный профессиональный анализ целей и путей их достижения. Суть метода состоит в формулировании главной (конечной) цели или цели первого уровня и последующем выявлении путей ее достижения. На следующем шаге эти пути рассматриваются как цели второго уровня и для каждой из них также выявляются пути их достижения. В результате выполнения ряда таких шагов формируется многоуровневая система взаимосвязанных целей, в которой диалектически связаны между собой цели и средства их достижения. Таковую конструкцию принято называть «деревом целей». При движении вниз по ветвям этого дерева цели конкретизируются и приобретают вид конкретных целевых заданий для исполнителей. Отметим, что различные цели часто

связаны между собой и вступают в противоречие: движение к одной цели затрудняет достижение другой. Например, повышение качества продукции, как правило, сопровождается увеличением затрат.

Приведем пример построения дерева целей.

В роли главной цели любого коммерческого предприятия выступает повышение прибыли. Показатель прибыли (Π) определяется как разность между выручкой (V) от реализации продукции и суммарными затратами (Z) за определенный период времени: $\Pi = V - Z$.

Первый шаг построения дерева целей состоит в определении путей или средств достижения этой главной цели ($\uparrow\Pi$). Эти пути достаточно очевидны: следует увеличивать выручку (объем продаж) ($\uparrow V$) и уменьшать затраты ($\downarrow Z$).

На следующем шаге следует рассмотреть вопрос о том, каким образом могут быть реализованы эти пути. В частности, для увеличения выручки следует увеличить выпуск продукции и/или повысить цену. Для сокращения затрат следует выполнить анализ дифференцированно по отдельным видам затрат с учетом технологических и экономических факторов. Очередной и все последующие шаги предполагают выявление и анализ путей реализации действий, определенных на предыдущих шагах. В итоге формируется многоуровневая схема возможных путей достижения главной цели. В этой схеме на основании анализа выбираются конкретные пути, которые формулируются в виде целей для соответствующих исполнителей на заданный промежуток времени. Пример дерева целей приведен на *рис. 3*.

Идентификация объекта управления. Установленные на предыдущем шаге цели дают основание для определения границ объекта управления. Это действие, дополненное описанием объекта, принято называть его *идентификацией* (от лат. *identificare* – отождествлять). В производственных системах в роли объекта может выступать отдельный работник, группа работников, структурное подразделение (цех, отдел, предприятие), технологическая установка или процесс. Часто границы объекта устанавливаются без затруднений, например, при управлении технологическим оборудованием. В других случаях для этого требуется специальная аналитическая работа. Например, при управлении уровнем квалификации персонала требуется дифференцировать (в данном случае, это означает разделить) всех работающих на группы по функциональному признаку – основные производственные рабочие, вспомогательные рабочие, технические специалисты, административные работники и т. д. Представители этих групп различаются по ряду характеристик: роли в производственном процессе, уровню образования и квалификации, социальному статусу, мотивации труда, заработной плате. Соответственно, управление в каждой из этих групп будет иметь свою специфику. В любом случае объект должен обладать свойством управляемости (см. выше). Например, нет смысла включать в состав и в описание объекта управления характеристики исходного сырья, если нет возможности влиять на предприятие-поставщика, т. е. управлять этими характеристиками.

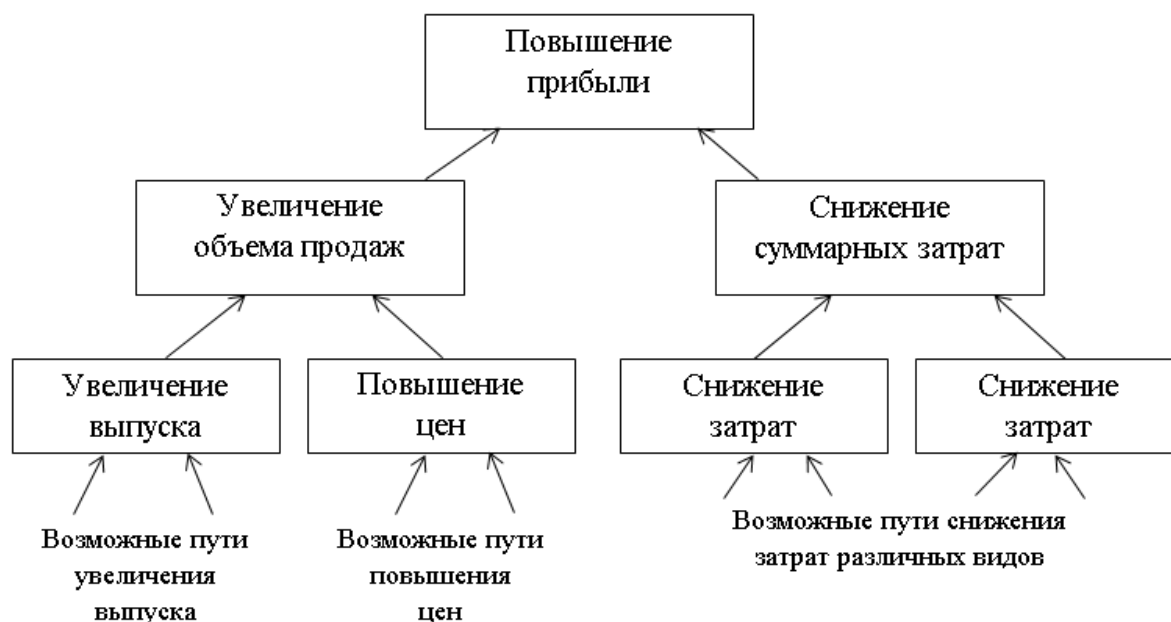


Рис.3. Пример построения дерева целей при выборе путей повышения прибыли предприятия

Описание объекта удобно формировать по методике, включающей следующие этапы:

- выявление выходных переменных (параметров) объекта, возможности их измерения, диапазонов возможных значений,
- выявление множества внутренних состояний объекта, влияющих на выходные переменные,
- выявление множества допустимых входных (управляющих) воздействий на объект, влияющих на внутренне состояние и на выходные переменные,
- выявление видов и диапазонов возможных нежелательных воздействий на объект со стороны внешней среды,
- описание связей и зависимостей между выходными переменными и состояниями, управляющими и возмущающими воздействиями.

Наиболее полное и четкое описание может быть получено при использовании формализованных подходов: введении количественных оценок для показателей входа, выхода и состояния объекта, построении математических (функциональных или статистических) зависимостей между этими показателями. Но использовать такие подходы удается не всегда. Как правило, они применяются при управлении техническими и технологическими объектами. В организационных системах применение формальных методов в полном объеме встречает значительные трудности из-за проблем с идентификацией их элементов и их взаимосвязей. Эти проблемы усложняются в многоуровневых системах. Но «частичная формализация», по крайней мере,

при назначении выходных переменных и их целевых значений, осуществляется практически всегда: для любого подразделения или работника устанавливаются показатели оценки его деятельности на заданном интервале времени и их целевые значения, которые должны быть достигнуты. В реальной практике менеджмента формирование множества воздействий на объект, выбор управлений и методов их реализации часто осуществляются с опорой на опыт, знания и интуицию менеджера. Но всегда следует учитывать, что качество управления будет выше, если при этом используются количественные модели и методы.

Прогнозирование состояния объекта. Содержанием функции прогнозирования является разработка и обоснование предположений о смене состояний объекта на заданном интервале времени в будущем при функционировании объекта в определенных условиях. Мы постоянно пользуемся результатами прогнозирования (прогнозами) погоды, узнаем о разработках экономических, научных, технологических, демографических и иных видов прогнозов, которые призваны выявить тенденции изменений в соответствующих сферах деятельности. Разработка прогнозов изменения состояния объекта, состояний внешней среды представляет собой необходимый этап управленческого цикла, предшествующий этапу планирования. Предприниматель, вкладывающий ресурсы в тот или иной бизнес, менеджер, принимающий решения с серьезными последствиями, должны иметь представление о перспективах развития соответствующего объекта, а также о тенденциях в действии влияющих на объект факторов, в свою очередь зависящих от многих причин, также имеющих свои основания, но воспринимаемые субъектом как *случайные*, неуправляемые. Так формируются весьма сложные, многоступенчатые задачи прогнозирования, решение которых сопряжено с методологическими и техническими трудностями. Легко ощутить проблему прогнозирования человеку, имеющему некоторый объем свободных средств и решающему, в какой форме надежнее сохранить покупательную способность своих сбережений: в рублях, в долларах США, в евро, в юанях, в золоте? Как будут изменяться взаимные курсы валют (кросс-курсы), от каких факторов они зависят?

Сложные и часто не выявленные полностью связи между явлениями делают прогнозы ненадежными, особенно на длительных интервалах времени. Нетрудно понять, что надежность прогнозов убывает с увеличением временного горизонта. Поэтому на практике они перманентно корректируются по оперативным данным, для того чтобы обеспечить субъекта при принятии им управленческих решений максимально надежными сведениями об объекте. Повышение надежности прогнозов достигается применением различных методов прогнозирования, различающихся сложностью и трудоемкостью, характером используемой информации, степенью формализации.

Простым способом прогнозирования динамики различных показателей является *метод экстраполяции* временных рядов. Этот формальный метод предполагает формирование путем организации регулярных наблюдений за объектом и фиксации ряда значений выходной переменной $x(t)$ в

последовательные моменты времени t_1, t_2, \dots, t_k . Полученный в результате наблюдений ряд $\{x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_k)\}$ подвергается операции *сглаживания*. Суть этой операции состоит в подборе такой функции $X(t)$, что ее значения в точках наблюдений в определенном смысле близки к значениям исходного ряда, установленным в процессе наблюдения. Полученная функция $X(t)$ представляет собой *модель* данного временного ряда. Меры оценки близости ряда наблюдений и его модели могут быть различными. Наибольшее распространение в технической и экономической практике получил способ сглаживания рядов наблюдений, получивший название *метод наименьших квадратов (МНК)*. Согласно этому методу сглаживающая функция устанавливается по следующему алгоритму:

1) формируется исходный ряд наблюдений $x(t) = \{x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_k)\}$. Удобной формой представления ряда является *табл. 1*.

Таблица 1. Представление временного ряда $x(t)$
(принято обозначение $x_i = x(t_i)$, $i = 1, 2, \dots, k$)

Момент времени	t_1	t_2	.....	t_k
Значение переменной	x_1	x_2	....	x_k

Заметим, что интервалы времени между моментами наблюдений не обязаны быть одинаковыми.

2) проводится предварительный анализ исходного ряда неформальными и/или формальными методами. Примером неформального исследования ряда является визуальный анализ, т.е. выявление заметных «невооруженным взглядом» закономерностей в соотношении его значений (например, изменение значений ряда, близкое к линейному или экспоненциальному законам, наличие периодичности). Примером формального исследования исходного ряда может служить построение его корреляционной функции, характеризующей наличие и степень связей между значениями ряда в различные моменты времени.

3) выполняется этап *структурной идентификации*: выбирается по результатам предыдущего шага общий вид (структура) сглаживающей функции. Например, если зависимость переменной от времени, по мнению субъекта, может быть с достаточной точностью описана линейной функцией, то структура модели принимается в виде $X(t) = a_1 \cdot t + a_0$, где a_0 , a_1 – неизвестные параметры.

4) выполняется этап *параметрической идентификации*, на котором устанавливаются конкретные значения неизвестных параметров в принятой структуре модели, исходя из требования: мера отклонения значений, вычисленных по модели, от значений, установленных при наблюдении ряда, должна быть минимальной. Мера, принятая в МНК, определяется следующим образом:

$$F(x, X) = \sum_{i=1}^k (x_i - X_i)^2, \quad (1)$$

$$i = 1$$

Например, при линейной структуре модели $X(t) = a_1 \cdot t + a_0$ в формуле (1), определяющей меру близости искомой сглаживающей функции к наблюдаемым значениям временного ряда, можем сделать замену X_i на $(a_1 \cdot t_i + a_0)$. В результате получим

$$F(x, X) = \sum_{i=1}^k (x_i - (a_1 \cdot t_i + a_0))^2. \quad (2)$$

Обратим внимание на то, что в этом выражении x_i и t_i – конкретные числа (см. *табл.1*), а a_1 и a_0 – неизвестные параметры. Значения этих параметров следует выбрать такими, чтобы мера $F(x, X)$ получила минимальное значение. Искомые значения параметров устанавливаются по известному из курса математики правилу поиска экстремума функции n переменных. В данном случае минимизируемая функция дифференцируется по каждому из неизвестных параметров, и выражения для частных производных приравниваются нулю. Решение полученной системы из n уравнений с n неизвестными (в нашем примере $n=2$) приводит к получению значений неизвестных параметров модели, гарантирующих минимум выражения (1). Если в нашем примере обозначить найденные значения параметров линейной структуры через a_1^* и a_0^* , то сглаживающая функция получит вид:

$$X(t) = a_1^* \cdot t + a_0^*. \quad (3)$$

Приведем конечные формулы для расчета параметров a_1^* и a_0^* :

$$a_1^* = \left(\sum_{i=1}^k t_i \cdot x_i - k \cdot t_{cp} \cdot x_{cp} \right) / \left(\sum_{i=1}^k t_i^2 - k \cdot t_{cp}^2 \right), \quad (4)$$

$$a_0^* = x_{cp} - a_1^* \cdot t_{cp}, \quad (5)$$

где t_{cp} и x_{cp} – средние значения соответствующих переменных, вычисленные по всему ряду наблюдений.

Подчеркнем, что функция (3) (ее называют аппроксимирующей или сглаживающей функцией) построена по наблюдениям в моменты времени t_1, t_2, \dots, t_k . Подставив в выражение (3) любое из значений $t_i, i = 1, 2, \dots, k$, мы получим значение, близкое к x_i .

Приведем численный пример сглаживания ряда наблюдений линейной функцией. Пусть таблица наблюдений имеет вид (*табл. 2*):

Таблица 2. Значения переменной в последовательные моменты времени

Момент времени	$t_1=1$	$t_2=2$	$t_3=3$	$t_4=4$	$t_5=5$
Значение переменной	1	2	4	5	9

Результаты промежуточных вычислений:

$$t_{cp} = 3; t_{cp} = 9; x_{cp} = (1+2+4+5+9)/5 = 4,2;$$

$$\sum t_i^2 = 1 + 4 + 9 + 16 + 25 = 55; \sum t_i x_i = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 4 + 4 \cdot 5 + 5 \cdot 9 = 82.$$

Подставив эти значения в формулу (4), получим

$$a_1^* = (82 - 5 \cdot 3 \cdot 4,2) / (55 - 9 \cdot 5) = (82 - 63) / (55 - 45) = 19/10 = 1,9.$$

Коэффициент a_0^* рассчитаем по формуле (5):

$$a_0^* = 4,2 - 1,9 \cdot 3 = 4,2 - 5,7 = -1,5.$$

Уравнение прямой, сглаживающей заданный временной ряд, имеет вид:

$$X(t) = a_1^* \cdot t + a_0^* = 1,9t - 1,5. \text{ (см. рис. 4).}$$

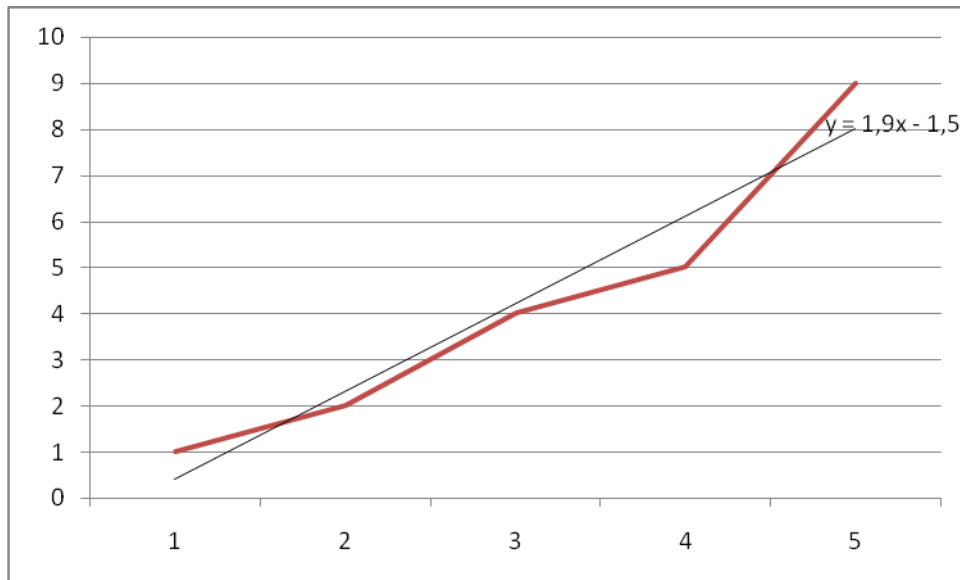


Рис 4. Пример сглаживания ряда наблюдений с помощью линейной функции

Подчеркнем, что из всех возможных прямых, которые могут быть проведены на плоскости, найденная прямая расположена к заданным точкам наиболее близко по критерию суммы квадратов отклонений $F(x, X)$, определяемой по формуле (1). Для оценки точности приближения ряда наблюдений принятой сглаживающей функцией используют *среднее квадратическое отклонение* σ , определяемое как корень квадратный из

$F(x, X)/(n-1)$: $\sigma = \sqrt{F(x, X)/(n-1)}$. Чем меньше σ , тем точнее сглаживающая функция описывает ряд наблюдений. В нашем примере величина среднеквадратического отклонения равна $\sigma = 1,78$. Если эта величина считается неприемлемо большой, то принимают иной вид сглаживающей функции, например, полином n -й степени.

Прогнозирование временного ряда по методу экстраполяции состоит в том, что выражение для сглаживающей функции (3) используется для расчета прогнозных значений переменной X в моменты времени, лежащие за пределами периода наблюдений, т. е. в моменты t_{k+1}, t_{k+2}, \dots . Так, в

рассмотренном примере по уравнению найденной сглаживающей прямой можно рассчитать ожидаемые значения временного ряда в моменты времени $t_6 = 6$, $t_7 = 7$ и т.д. Получим $X(6) = 9,9$; $X(7) = 11,8$... Более подробно вопросы сглаживания временных рядов и оценки точности прогнозов методом экстраполяции рассматриваются в курсе математической статистики.

Можно с уверенностью пользоваться методом экстраполяции, если полагать неизменными условия, в которых протекает рассматриваемый процесс или функционирует объект. Это предположение крайне редко выполняется на практике. Поэтому прогнозные расчеты методом экстраполяции проводят для ближайших моментов времени на небольшом интервале в будущем и затем корректируют модель по новым фактическим данным.

При очевидной зависимости поведения изучаемого объекта от многих факторов, каждый из которых может изменяться по различным «траекториям», прогнозирование может быть выполнено по *методу сценариев*. Суть метода состоит в выявлении множества факторов, влияющих на объект, характера и меры этого влияния. На следующем шаге формируются возможные сочетания различных траекторий изменения факторов. Каждое такое сочетание рассматривается как один из возможных *сценариев*, в котором будет функционировать изучаемый объект. С учетом знаний и предположений о влиянии факторов на объект формируется прогноз его состояния или поведения в заданный момент времени в будущем при условии, что реализуется определенный сценарий. При расчетах могут быть введены оценки вероятностей реализации различных сценариев и по ним получены оценки вероятностей тех или иных состояний объекта. В экономических и организационных системах редко удается указать объективные оценки вероятностей событий и непосредственно воспользоваться инструментарием теории вероятностей. Чаще эти оценки формируются на основе статистических наблюдений либо в результате выявления и обработки мнений *экспертов*, т. е. сугубо субъективным методом. При прогнозировании стараются использовать все доступные источники информации и для этого часто объединяют различные подходы. Так, например, для описания ожидаемой динамики факторов при построении сценариев могут быть применены методы экстраполяции. Универсальной схемой прогнозирования поведения сложных объектов и процессов, находящихся под действием случайных факторов, является *метод имитационного моделирования*. Этот метод предполагает многократное воспроизведение («имитацию») с помощью компьютерных программ моделей реальных событий с заданными вероятностными характеристиками с последующей статистической обработкой данных *вычислительного (машинного) эксперимента*. Условием проведения машинного эксперимента является предварительное описание моделируемых объектов и процессов, а также связей между ними в количественной форме. С ростом сложности исследуемых объектов и возможностей информационных технологий имитационное компьютерное моделирование становится основным инструментом прогнозирования поведения систем различной природы.

Планирование деятельности субъекта по достижению целей. Даже при высоком уровне доверия к прогнозам, они не могут служить прямым руководством к конкретным действиям. Приняв предположение, что будет реализован определенный сценарий развития событий, и с учетом доступных ресурсов субъект формирует *план* своей деятельности на заданный период времени. План – это *документ*, устанавливающий параметры состояния объекта, которые *должны* быть достигнуты к концу периода. Планы формируются для различных *функциональных областей* деятельности предприятия, таких, например, как продажи продукции, производство, снабжение ресурсами, сокращение издержек, повышение качества, технологическое развитие и т. д.

Другим признаком классификации планов является период времени (временной горизонт). Аналогично целям выделяют стратегические, тактические и оперативные планы. Также как и цели, планы различных видов связаны между собой, но при этом различаются по составу показателей и степени конкретности и подробности проработки. Наиболее общие формулировки целей и, соответственно, планов действий по их достижению используются при стратегическом (долгосрочном) планировании. Наивысший уровень конкретности характерен для оперативного планирования на относительно короткие интервалы времени (квартал, месяц, декада, сутки, смена).

Задачи и технологии планирования подробнее изучаются в специальном курсе. Здесь приведем лишь ряд важных положений общего характера.

Решение задач планирования невозможно без предварительной реализации функции *нормирования* затрат ресурсов различного рода. Суть нормирования состоит в установлении по тем или иным основаниям оценок количества ресурса, которое допустимо использовать на единицу объема выполняемых работ, либо оценок результата, который должен быть получен при определенных условиях. Такие оценки называют *нормами* или *нормативами*. Примеры норм: норма производительности оборудования (выпуск продукции в единицу времени), норма выработки рабочего, норма затрат энергии на единицу продукции, норма выпуска продукции на 1м² производственной площади, нормативный срок службы инструмента и т. п. все виды плановых расчетов выполняются с использованием принятых норм. К примеру, для расчета плановых заданий по выпуску продукции в заданный период времени необходимо знать производственную мощность предприятия, которую, в свою очередь, нельзя рассчитать без знания нормы производительности машин. Для расчета планового количества рабочих нужны нормы обслуживания (количество машин, обслуживаемых одним рабочим). Для заключения контракта на поставку сырья требуется знать нормы выхода продукции из учетной единицы данного вида сырья.

Обоснование норм часто представляет собой непростую проблему. Основные подходы к ее решению следующие:

- использование физических и технических характеристик ресурсов (технически обоснованные нормы). Примером может служить расчет норм

затрат теплоносителя на отопление помещений на основе его теплотехнических характеристик. Этот метод применяется в основном при расчете норм расхода материальных ресурсов.

- использование метода статистических наблюдений (статистически ли эмпирически обоснованные нормы). Таким методом (методом *хронометража*) устанавливается, например, норма выработки рабочих: организуется наблюдение за выполнением рабочими, включенными по определенным признакам в специальную группу, одинаковой технологической операции и измеряется время, затраченное на операцию каждым из них. Данные наблюдений статистически обрабатываются (например, строится эмпирическое распределение длительности операции, определяются оценки среднего и дисперсии) и по результатам обработки устанавливается норма выработки. Заметим, что последнее из указанных действий может быть выполнено по-разному. Далекое не всегда за нормативное значение затрат времени на операцию принимают среднее значение. Так можно сделать при достаточно малом разбросе значений наблюдаемой величины (т. е. при малой оценке выборочной дисперсии). Большой разброс говорит о возможной неоднородности группы рабочих по квалификации или существенных различиях в условиях наблюдений. Подчеркнем, что и в этой задаче, и во всех иных случаях применения статистического подхода для получения достоверных выводов требуется предварительный содержательный анализ причинно-следственных связей между различными факторами и тщательный контроль условий обеспечения однородности данных.

- использование метода экспертных оценок и метода аналогий. Эти методы применяют в ситуациях, когда нет объективных ориентиров для установления норм, либо не может быть сформирована необходимая статистическая база. Такие ситуации возникают, например, при планировании уникальных проектов, разработок, включающих значительную творческую составляющую (к примеру, при разработке сложного программного обеспечения). В этих ситуациях используют опыт планирования аналогичных работ и для оценки норм привлекают высококвалифицированных специалистов (экспертов). Обработка данных, полученных в результате экспертизы, составляет содержание специального раздела математической статистики. Однако при любой математической обработке, экспертные оценки остаются субъективными.

Следует упомянуть также особую категорию норм, относящихся к социальной сфере. Примеры таких норм: продолжительность рабочего дня, продолжительность отпуска, предоставляемого работнику, минимальный размер оплаты труда (МРОТ), выплаты различным категориям граждан и пр. Такие нормы устанавливаются законодательством и подлежат обязательному выполнению на всех предприятиях, о чем, безусловно, должен знать каждый менеджер. Подчеркнем еще раз, что нормирование является необходимым элементом процесса планирования, и от уровня обоснованности норм в значительной степени зависит качество и реалистичность плана, а это, в свою очередь, предопределяет эффективность управления в целом.

Общей чертой любого правильно сформированного плана является наличие в его структуре двух частей, которые могут быть обозначены как *информационная* и *организационная*.

Информационная часть плана содержит описание состава *показателей*, принятых в качестве выходных характеристик объекта управления или управляемых переменных, и описание алгоритмического и информационного обеспечения расчетов их значений. Очевидно, что эти показатели должны отражать цели управления. Если цели сформулированы в количественной форме, то показатели должны быть связаны с ними функциональными или статистическими зависимостями. Аналогично тому, как цели образуют связанную многоуровневую структуру (см. дерево целей), система показателей, принятых для оценки различных уровней сложного объекта, также имеет свою структуру. Одной из проблем менеджмента предприятия является обеспечение *согласованности* показателей различных уровней, *сбалансированности* их целевых (плановых) значений. Среди подходов к решению этой проблемы наибольшее распространение получила *система сбалансированных показателей* (ССП или *BSC – Balanced Scorecard*), предложенная в начале 80-х годов прошлого века американскими экономистами Д. Нортон и Р. Капланом.

Показатели, характеризующие деятельность сложного производственного объекта, отражают разные аспекты его деятельности, участвуют в формировании различных контуров управления. Поэтому число показателей, используемых в практике планирования, весьма велико. Их группируют по различным признакам. Так, в частности, выделяют показатели, характеризующие *результаты* деятельности, и показатели, характеризующие сопряженные с этими результатами *затраты* ресурсов. Особую группу составляют показатели *эффективности*, в которых в той или иной форме сопоставляются значения показателей результатов и затрат. Деятельность признается эффективной, если рассчитанные в согласованных шкалах оценки результатов превышают оценки затрат.

Показатели могут быть выражены в *натуральной* или в *стоимостной* (денежной) форме. В первом случае они отражают физические объемы работ или ресурсов в соответствии с их природой и измеряются в таких единицах, как, например, тонны, комплекты, штуки, киловатты и пр. Во втором случае показатели приобретают экономическую оценку и измеряются в денежных единицах (рубли, доллары, евро, юани, ...). В роли коэффициентов при переходе от одной формы к другой выступают цены (стоимость единицы продукции). Например, значение показателя выпуска продукции в натуральном выражении равно 1000 т при цене 1 тонны 1200 руб/т соответствует в стоимостном выражении значению $1000 \cdot 1200 = 1\,200\,000 \text{ руб.}$

Показатели, используемые в практике управления предприятиями, подробно рассматриваются в курсе экономики.

Организационная часть плана включает в себя перечень организационных и технических мероприятий, которые должны быть проведены в плановом периоде для достижения установленных целевых значений показателей,

представленных в информационной части. Достаточно подробное описание планируемых мероприятий дает основание для оценки их результатов и связанных с ними затрат, и в этом проявляется тесная связь организационной и информационной частей плана.

Все рассмотренные до сих пор функции были в определенном смысле «теоретическими», их результатами были информационные продукты: система целей, описание объекта, прогноз его поведения, план достижения целей. На следующем этапе цикла управления приводятся в движение материальные, трудовые и другие ресурсы. При этом реализуются плановые решения, что должно привести к приближению объекта к целевому состоянию.

Организация выполнения плана. По существу, на этом этапе реализуется организационная часть плана. Но общее содержание функции организации деятельности намного шире и охватывает такие вопросы как выбор организационной структуры (структурных подразделений и административных связей (отношений подчиненности) между ними); распределения областей компетентности и полномочий между подразделениями и работниками; реализация мероприятий по обеспечению всех функциональных подразделений нужными ресурсами, нужного качества в нужном количестве, в нужное время; координация и синхронизация деятельности структурных подразделений и работников.

Рассмотрим кратко эти вопросы, имеющие общий характер, полагая, что вопросы организации конкретных производств рассматриваются в специальных учебных курсах.

Предприятия, как известно, различаются по направлениям, масштабам своей деятельности и другим признакам, и это отражается в используемых ими организационных структурах, приспособленных к их особенностям (действует правило: технология определяет организацию). Конечно, структура малого предприятия, где работают несколько человек и структура холдинга (объединения группы предприятий, работающих под общим управлением) существенно различаются по масштабам и структурной сложности. Но при этом число принципиальных схем построения структур относительно немного. Рассмотрим кратко основные схемы.

Наибольшее распространение в настоящее время получила схема организации деятельности, построенная по *функциональному* принципу. Согласно этому принципу вся деятельность предприятия представляется в виде системы вложенных друг в друга более или менее сложных по содержанию функций, связанных в иерархическую структуру (см. *рис. 5*). Число уровней зависит от сложности и масштабов деятельности, а также от степени детализации описания. Функции верхних уровней могут соответствовать крупным функциональным областям деятельности (например, маркетинг, управление производством, управление финансами и т. п.). Функции верхних и промежуточных уровней часто относятся к категории управленческих. На нижних уровнях функциональные действия могут соответствовать отдельным операциям (технологическим, логистическим, информационным). Каждая из функций закреплена за определенным структурным подразделением или

работником. Это закрепление, по существу, определяет организационную структуру предприятия. В структуре, построенной по данному принципу, отдельное подразделение (точнее, его руководитель) несет ответственность за надлежащее выполнение закрепленной за ним функции. При этом в структуре формально не выделено подразделение или лицо, отвечающее за производственный процесс в целом. В крупных фирмах президент или генеральный директор не может исполнять эту роль, будучи «удаленным» от функциональных действий нижних уровней. При функциональной организации деятельности функции сконцентрированы в соответствующих подразделениях, и формально именно они являются объектами управления. Предполагается, что при надлежащем выполнении каждым подразделением своих функций будут достигнуты и главные конечные цели предприятия.

Наглядный пример функциональной организации деятельности дает знакомый каждому студенту учебный процесс в вузе. Функция обучения студентов по определенному направлению включает набор частных функций обучения тому или иному предмету (учебной дисциплине). Дисциплины одной функциональной группы закреплены за соответствующей кафедрой – основным структурным подразделением вуза. Руководитель кафедры несет ответственность за качество подготовки студентов по «своей» функциональной группе дисциплин.

Недостаток функционального принципа организации управления, состоящий в отсутствии в структуре лица или подразделения, ответственного за конечный результат, устраняется при использовании принципа *процессного управления*. В этом случае «структурной единицей», выступающей в роли объекта управления, является *процесс, завершающийся получением конечного результата*. Для руководства процессом назначается конкретный менеджер, непосредственно отвечающий за процесс в целом и, главное, имеющий полномочия и возможности управлять всеми функциональными стадиями процесса. Деятельность предприятия может быть представлена в виде множества отдельных процессов и система управления формируется с непосредственной ориентацией на конечные результаты. Примером такой организации деятельности может служить предприятие, на котором выделены в качестве самостоятельных объектов процессы производства и продажи различных видов изделий. Пример структуры, организованной по процессному принципу, представлен на *рис.6*. Недостатком процессной организации управления является «раздробленность» отдельных функций по процессам, что может привести к неэффективному использованию квалифицированных специалистов. Но, однако, процессная схема часто рассматривается как более прогрессивная по сравнению с функциональной.



Рис. 5. Построение системы управления предприятием по функциональному принципу

На практике при построении систем управления предприятиями формируются смешанные схемы, в которых стремятся реализовать достоинства как функционального, так и процессного подходов. Так, например, в проектных и конструкторских организациях часто организованных по «традиционному», функциональному принципу, назначаются руководители отдельных проектов, выполняющих управление проектом в целом и отвечающих за конечные результаты. Для выполнения такой интегральной функции руководители (менеджеры) проектов должны иметь полномочия воздействовать на каждый из обособленных «функциональных блоков» проекта. Такое требование характерно для процессного подхода к управлению.



Рис 6. Построение системы управления предприятием по «процессному» принципу

Важно понять, что как бы ни было организовано *управление* деятельностью, сама *деятельность* всегда представляет собой последовательность целенаправленных действий, упорядоченных во времени, т. е. *процесс*. В современной литературе по менеджменту часто используется термин *бизнес-процесс*, чтобы подчеркнуть направленность на конечный, как правило, коммерческий результат. Деятельность любого предприятия можно рассматривать как совокупность связанных между собой бизнес-процессов.

Организация деятельности предприятия, наряду с вопросами организации управления, включает также вопросы *организации производства* и *организации труда*.

Организация производства включает широкий круг вопросов, решение которых обеспечивает эффективное взаимодействие многих людей в процессе их совместной работы, направленной на достижение общей цели. Развитие производства, в первую очередь, развитие технологии, привели к возникновению новых форм организации производства (как уже было сказано, «технология определяет организацию»). Формы организации могут иметь общий характер, независящий от отрасли, но часто имеют специфические черты, целиком определяемые особенностями соответствующих отраслевых технологий. Поэтому программы подготовки по различным технологическим

направлениям предусматривают изучение курсов по организации производства, отражающих специфику соответствующих технологий.

Содержание функции организации труда традиционно включают вопросы обеспечения эффективной деятельности отдельного работника. Сюда относят создание требуемых по нормативам (производственным, физиологическим, социальным) условий труда, обеспечение работника всеми необходимыми ресурсами, решение вопросов обучения, повышения квалификации, аттестации персонала, мотивации и стимулирования труда.

Учет фактического состояния объекта управления. В организационных и экономических системах термином «учет» принято обозначать функцию измерения и регистрации фактических значений показателей, характеризующих объект в заданный момент времени. Перечень таких показателей может быть весьма обширным, так как должен отражать все аспекты деятельности предприятия (вспомним, что с точки зрения теории управления, предприятие – *многосвязная система*). Различные группы показателей имеют разную функциональную направленность. Так, *бухгалтерский учет*, фиксирует движение и состояние материальных и иных ценностей и денежных средств. Составной его частью является *налоговый учет*, устанавливающий текущие значения финансовых показателей, характеризующих *налогооблагаемую базу* (сумма средств, с которых согласно действующему законодательству начисляется тот или иной налог) для расчета величины налогов. Данные бухгалтерского учета, их состав, правила расчета показателей и формы представления регламентируются действующим законодательством. Они используются как самим предприятием при управлении по своим, внутренним целям, так и внешними организациями (государственными органами) при выполнении ими своих функций по управлению экономикой страны (федеральные и региональные органы государственной статистики, надзорные органы, различные министерства и ведомства, органы правительства). Часть данных учета деятельности крупных предприятий (акционерных обществ) по закону публикуется в средствах массовой информации, чем обеспечивается возможность функционирования рыночных механизмов регулирования экономики.

На внутренние цели управления предприятием ориентирован *управленческий учет*. Состав показателей этой формы учета не регламентирован государственными директивными документами и устанавливается самим предприятием, исходя из требований эффективного управления.

Подчеркнем, что состав показателей, используемых в системе учета, должен соответствовать составу показателей (конечных и промежуточных), принятых при планировании деятельности. При организации учета учитывают требования по точности измерения показателей, периоду измерений, величину издержек и потерь, характеризующих принятую форму учета.

Контроль деятельности по выполнению плана. Функция контроля любого объекта состоит в сопоставлении его *фактического* состояния в конкретный момент времени и состояния, которое *должно быть* в этот момент. Последнее

может иметь смысл планового, нормативного, целевого, желаемого состояния. Задачей контроля является выявление отклонения фактического состояния от заданного и оценка этого отклонения. Контроль может иметь различные формы: сравнение значений количественных значений плановых и фактических показателей, оценка соответствия хода процесса установленному регламенту, сравнение содержания действий с нормативным. Контроль может быть регулярным, в частности, периодическим, или эпизодическим, проводимым в случайные моменты времени. Также возможен полный или выборочный контроль (например, при контроле качества изделий в массовом производстве). Формы и методы контроля выбираются с учетом особенностей объекта и требований к системе управления, в том числе, в части допустимых затрат на проведение операций контроля.

Анализ выполнения плана. Результаты контроля выступают в роли исходных данных для функции анализа. Основная цель анализа при управлении – установить причины выявленных отклонений и тем самым дать основание для выбора направлений, форм и масштабов управленческих решений. В некоторых случаях такие причины достаточно очевидны. В других случаях требуется применение более тонких аналитических методов, различных по своему содержанию. В частности, если речь идет о производственном менеджменте, применяют весьма развитые методы анализа хозяйственной деятельности предприятий. Чаще всего в повседневной практике менеджеры проводят анализ ситуаций, опираясь на логическое осмысление имеющейся информации, собственный опыт, мнения экспертов. При выполнении определенных условий полезными могут быть методы математической статистики, позволяющие оценить меру статистической связи между различными показателями. Однако нужно помнить, что предварительно должно быть на содержательном уровне обосновано наличие причинно-следственной связи между ними.

Принятие управленческих решений. Эта функция, в известном смысле, является ключевым пунктом всего управленческого цикла: все рассмотренные нами функции призваны подготовить основания для принятия менеджером или иным органом управления наилучшего или, по крайней мере, рационального решения в сложившейся ситуации. Главной задачей управляющего органа является приближение к заданной цели. Поэтому «сигналом», побуждающим к постановке задачи принятия решения, является выявленное при реализации функции учета ненулевое отклонение фактического состояния объекта от целевого, а также результаты анализа. По этим данным выбирается, как уже было сказано, направление, форма и масштаб воздействия (результат принятого управленческого решения) на объект или другой элемент системы управления. Так, к примеру, в зависимости от результатов анализа управленческое воздействие может состоять в изменении организации производства или труда, пересмотре плановых заданий, изменении состава показателей, пересмотре исходных целей. В силу особой важности функции принятия управленческого решения ее подробное рассмотрение проводится в следующем разделе.

Результатом изучения данной темы должно быть понимание общей схемы управления, лежащей в основе любой управленческой деятельности, а также знание содержания и логической взаимосвязи основных функций менеджмента.

Тема 3. Управленческие решения. Модели выбора. Многокритериальные модели. Выбор в условиях неопределенности

Роль функции принятия решений в деятельности менеджера. Выше уже было сказано об особой роли функции принятия или *выбора* решений среди прочих функций управления. Эта функция не только входит в состав контура управления как важный элемент, но «участвует» в реализации всех других функций. Действительно, определение целей – это выбор целевых установок, актуальных для субъекта в текущий момент; реализация функции идентификации объекта, функции прогнозирования предполагает выбор методов, наиболее подходящих для соответствующей ситуации. При планировании всегда есть различные варианты планов, ведущих к цели с различной эффективностью, и менеджеру надлежит сделать выбор, принять решение – какой из этих вариантов является наилучшим. Таким образом, значение этой функции и, соответственно, умения менеджера принимать правильные и обоснованные решения трудно переоценить.

Обоснование решений: формальные и неформальные методы. И в теории, и на практике, когда речь идет о принятии решений подразумевается, что требуется найти *оптимальное* (что означает – наилучшее) в рассматриваемой ситуации решение. Часто в сложных ситуациях бывает трудно найти строго оптимальное решение или доказать, что оно является наилучшим из всех возможных. Но в любом случае, решение должно быть *рациональным*, разумным, что означает, *хорошо обоснованным*. В практических задачах выполнение этого требования является вполне достаточным. Решения принимаются в разных ситуациях, разными субъектами (отдельные лица, группы лиц (малые и большие по численности), органы управления), в разных организационных условиях, так что и методы обоснования решений используются различные. Наиболее существенное разделение методов осуществляется по степени формализации процедур выбора. По этому признаку методы обоснования решений разделяют на формальные и неформальные.

Неформальные методы основаны на таких свойствах и качествах субъекта, как опыт, интуиция, способность к логическому анализу, глубокие знания соответствующей предметной области. Такие качества позволяют субъекту содержательно характеризовать варианты решений, предвидеть их последствия, обнаружить связи между влияющими на них факторами. На основе содержательного анализа субъект способен выбрать решение, которое с его точки зрения является наилучшим, точнее, наиболее предпочтительным.

Если решение принимается группой лиц (*коллективно*), то требуется согласовать индивидуальные мнения участников группы. Для этого есть один путь – *голосование*. А это, вообще говоря, уже *формальная* процедура, выполняемая по принятым правилам (алгоритмам).

Формальные методы базируются на использовании формальных (математических) моделей ситуации выбора. Эти методы предполагают использование количественно измеримых показателей и формализуемых связей между факторами, влияющими на выбор решений. Достоинством формальных методов является то, что они часто включают этапы поиска решения, имеющие *объективные* основания, и указывают формальные правила использования *субъективной* информации, включаемой в модель выбора. Далее в данном пособии будут рассмотрены различные формальные методы обоснования управленческих решений.

Общая схема принятия решений. Любой человек и в профессиональной деятельности, и в повседневной жизни принимает различные решения. Они касаются разных областей, принимаются в разных условиях, имеют разное значение для субъекта. Но процесс выбора всегда может быть представлен в виде общей схемы (см. *рис.7*). Эта схема включает характерный набор последовательно выполняемых действий: анализ ситуации, в которой принимается решение, выявление возможных вариантов, их оценка, сравнение, формирование предпочтений лица, принимающего решение (ЛПР). Совокупность этих действий составляет содержание подготовительного этапа. За действиями подготовительного этапа следует собственно выбор наиболее предпочтительного варианта. Остановимся на содержании этих действий подробнее.

Прежде всего, отметим, что указанные действия логически упорядочены и разворачиваются во времени, так что их последовательность можно назвать *процессом*. Указанные выше действия составляют общую схему или функциональную структуру этого процесса. Длительность процесса определяется содержанием задачи и обстоятельствами, в которых принимается решение: это могут быть доли секунды в экстремальных ситуациях, но могут быть недели или месяцы, если речь идет о решениях, допускающих такую протяженную по времени подготовку. Такие условия характерны для *стратегических*, ориентированных на долгосрочные цели решений в различных сферах деятельности. В любом случае ограничение по длительности процесса присутствует всегда.

Нужно также отметить, что указанная логическая упорядоченность действий отражает *общее направление* процесса поиска решения. В реальности по разным причинам приходится иногда пересматривать результаты некоторых действий, относящихся к предварительному этапу.

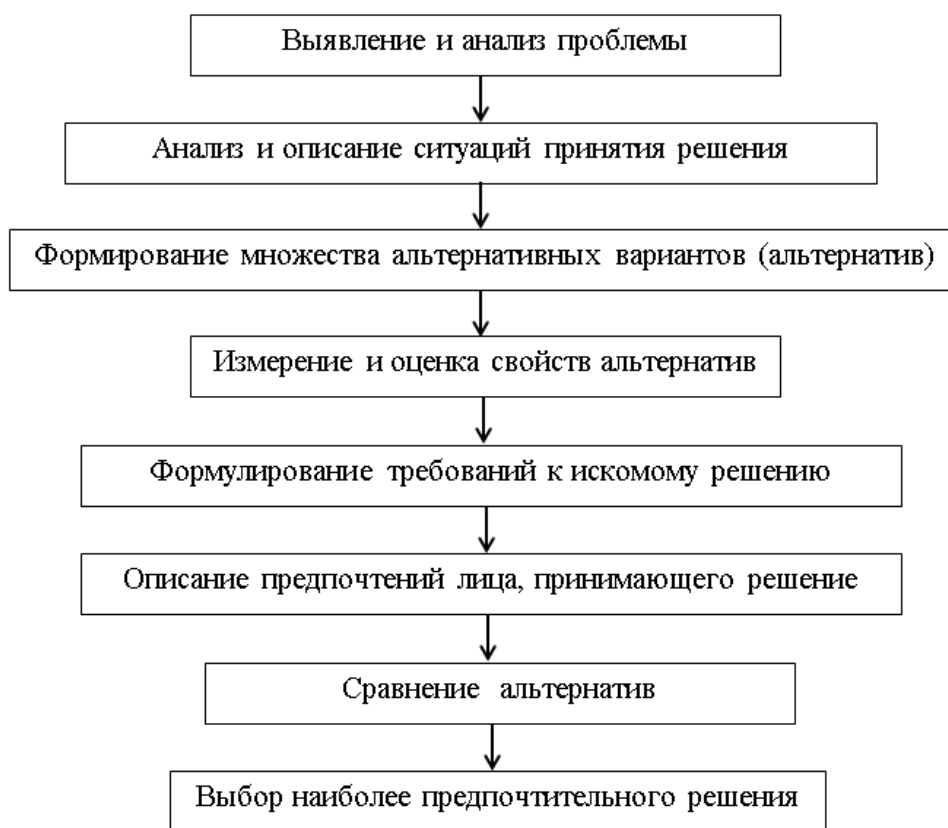


Рис 7. Основные этапы процесса принятия решения

Рассмотрим этапы процесса принятия решений более подробно.

Анализ ситуации. Напомним, что задача принятия решения или задача выбора формулируется в том случае, когда перед субъектом имеется некоторая проблема. Именно сделав выбор, он стремится, если не полностью решить, то, по крайней мере, продвинуться в решении этой проблемы. Поэтому важно установить такие характеристики проблемы, как важность, актуальность, степень сложности, сроки решения. Эти характеристики определяют объемы ресурсов (в том числе, ресурса времени), выделяемых на ее решение, а эти объемы, в свою очередь, будут определять постановку задачи выбора, возможные подходы, требования к результату и методы решения.

При анализе ситуации, в которой принимается решение, выявляются две группы характеристик: содержательные (качественные, трудноизмеримые, и значит, трудно формализуемые) и потенциально формализуемые (допускающие получение количественных оценок). Примером характеристик первой группы могут служить такие факторы, как влияние на решение задачи внешних сил (стимулирующих или, наоборот, дестимулирующих поиск наилучшего решения), степень заинтересованности ЛПР в поиске наилучшего варианта (из-за возможного «конфликта интересов») и другие подобные факторы. Их важно знать, но учесть их в формулировке задачи выбора крайне затруднительно или даже невозможно. Вторая группа факторов может быть подвергнута научному анализу и их описание войдет в итоговую модель задачи.

К числу факторов этой группы можно отнести следующие:

- вид субъекта, принимающего решение (отдельный человек, относительно небольшая по численности группа лиц, большое по количеству множество лиц, участвующих в процессе принятия решений (например, региональный референдум или всенародное голосование));

- объем и характеристики (достаточность, достоверность, точность) доступной информации об элементах формируемой модели, и значит, уровень неопределенности, при котором принимается решение;

- объемы ресурсов, выделенных на решение (финансовых, трудовых, информационных, ресурса времени).

Подчеркнем еще раз, что указание значений этих факторов определяет вид модели конкретной задачи и подход к ее решению.

Формирование множества альтернативных вариантов (альтернатив).

Напомним, что альтернативный выбор имеет место, когда ЛПР должен выбрать один из предъявленных ему вариантов. Выбор может быть и неальтернативным: в этом случае выбираются несколько вариантов из множества. Но такой выбор может быть сведен к альтернативному. Поэтому в теории в качестве основной модели рассматривают альтернативный выбор.

Очевидно, что для существования задачи выбора число вариантов должно быть не менее двух.

Число вариантов, как уже было отмечено, может быть конечным и бесконечным. В последнем случае варианты могут быть заданы неким правилом их формирования, либо с помощью набора ограничивающих условий (вспомните классическую модель линейного программирования, используемую в планировании производства, перевозок, распределении ресурсов, некоторых задачах раскроя материалов). В теории принятия решений традиционно рассматриваются задачи выбора из конечного множества альтернатив. При этом нужно отметить влияние на подход к решению задачи такого фактора, как количество элементов (альтернативных вариантов) в множестве (напомним, что такую характеристику в математике называют мощностью множества). Если это количество относительно невелико и допускает возможность просмотреть отдельные варианты, используются одни подходы и методы, в частности, полный перебор и сравнение между собой всех альтернатив. Если же это число конечно, но настолько велико, что просмотреть и сравнить между собой все варианты нет технической возможности, приходится применять иные, в частности, приближенные методы и часто отказываться от претензий на поиск гарантированно лучшего варианта. Примеры таких задач можно найти в календарном планировании и составлении расписаний, раскрое материалов и других сферах деятельности.

В большинстве случаев полагают, что множество предъявляемых ЛПР для выбора вариантов сформировано к началу процесса решения задачи, и механизм его формирования лежит за ее пределами. Суть этого механизма, вообще говоря, не имеет значения для процедуры выбора.

Измерение и оценка свойств альтернатив. Для осуществления выбора требуется сравнить альтернативы между собой. Очевидно, что для этого

предварительно необходимо: 1) определиться с набором их свойств, которые должны быть приняты во внимание при выборе и 2) установить способы измерения выделенных свойств. Если эти два пункта выполнены, следует далее обеспечить сопоставимость результатов измерений различных свойств, а возможно, и упорядочить свойства, например, по степени важности для ЛПР.

При рассмотрении этих вопросов начинают с описания возможных *шкал измерений*. Такие шкалы разнообразны, как разнообразны свойства предметов и явлений, а также цели измерений. Ограничимся только кратким описанием основных шкал, вид которых должен учитываться при разработке процедуры выбора.

Прежде всего, поясним понятие шкалы. Это понятие неразрывно связано с функцией измерения. Измерение – это установление *меры* для характеристики интенсивности наблюдаемого свойства или идентификации (определения, выделения среди прочих) состояния изучаемого объекта или явления. Операция измерения состоит в соотнесении различных градаций свойства или состояний рассматриваемого объекта с упорядоченными определенным образом элементами некоторого множества. В качестве таких элементов могут выступать символы, комбинации символов (коды или имена), числа. Упорядоченное множество таких элементов и называют *шкалой*. Каждый тип элементов допускает свой набор манипуляций, которые могут быть выполнены при сравнении между собой отдельных градаций рассматриваемого свойства. Тип элементов и набор допустимых операций с ними определяет тип измерительной шкалы. Он в свою очередь открывает возможности для описания предпочтений между вариантами (т. е. соотношений *лучше, хуже, равноценны, несравнимы*). В зависимости от широты этих возможностей говорят о слабых или сильных шкалах. Наиболее слабой является *номинальная* шкала или шкала наименований. Измерение в этой шкале сводится к наделению различных градаций измеряемого свойства собственными именами в виде символов или их комбинаций. Единственной операцией, которая может быть произведена в данной шкале – установление факта идентичности объектов при совпадении их имен. Как правило, этого недостаточно для реализации процедуры выбора.

Более сильной является так называемая *порядковая* шкала, позволяющая описать предпочтения более детально. С помощью этой шкалы объекты (в задачах выбора это альтернативные варианты решений) могут быть упорядочены по предпочтительности, поэтому эту шкалу называют также *ранговой*. Значения рангов принимаются равными натуральным числам. Измерение предполагает выполнение следующих действий: 1) выделение в интенсивности измеряемого свойства конечного числа градаций, 2) упорядочение этих градаций по предпочтительности (с соблюдением определенных правил, в частности, отношения транзитивности предпочтений: если *a предпочтительнее b* и *b предпочтительнее c*, то *a предпочтительнее c*), 3) присвоение градациям значений рангов в соответствии с местом, которое эта градация занимает в полученном упорядочении. Такой подход к измерению

уже позволяет по разности между рангами оценивать, на сколько единиц одна градация предпочтительнее другой.

Следующей по величине возможностей более точного отражения предпочтений ЛПР является *интервальная* шкала. При использовании этой шкалы предполагается возможность деления диапазона изменения измеряемого свойства на равные по величине интервалы (градации), которые сопоставляются с также одинаковыми по величине отрезками (интервалами) шкалы. В результате между измеряемой величиной и результатом измерения устанавливается линейная зависимость, что очень удобно для выполнения процедур сравнения. Ранговые шкалы таким свойством не обладают, что порождает затруднения в их использовании. В отличие от порядковых шкал при использовании интервальной шкалы для обеспечения сравнимости вариантов требуется указать начало отсчета. Если для измерения сопоставимых характеристик вариантов использованы разные интервальные шкалы, то требуется, кроме того, указать и «коэффициенты пересчета» например, если геометрические размеры для одних вариантов заданы в сантиметрах, а для других в дюймах, при сравнении их нужно привести к одинаковой размерности.

Следующий тип шкал, который следует рассмотреть, – это *шкала отношений*. По существу, она отличается от интервальной шкалы только тем, что в качестве начала отсчета всегда принимается нулевое значение. Это позволяет при одинаковых величинах отношений значений измеряемого свойства обеспечить также одинаковые величины отношений и результатов их измерений. Шкала отношений является наиболее популярной в теории выбора при построении *количественных* характеристик сравниваемых вариантов. Конечно, существуют свойства, которые имеют *качественный* характер и для их измерения приходится применять относительно слабые шкалы, например, ранговые. Для ЛПР важно понимать проблему измерения учитываемых им свойств, разумно подойти к выбору шкал, учесть допустимые правила преобразования и сопоставления результатов измерений. Это позволит правильно оценить статус полученных конечных результатов выбора: оценить приемлемость, надежность, устойчивость принятого решения к изменению тех или иных исходных характеристик.

Требования к искомому решению в задачах выбора: ограничения и экстремальные требования. Приступая к решению задачи и имея перед собой некоторое множество вариантов с результатами измерений их свойств, ЛПР не знает, какой из этих вариантов он выберет. Но некоторый набор требований к искомому варианту он должен сформулировать. Действительно, выбор – это разновидность процедуры поиска. Но, очевидно, нужно знать, что ты ищешь. К примеру, в процессе проектирования любых изделий, по существу, состоящем из последовательности задач выбора различных технических или иных решений, предварительно формулируется документ первостепенной важности – *техническое задание*, в котором перечислены все требования к будущему изделию. Другой пример: отправляясь за покупкой нужной нам вещи, мы часто не знаем, какие варианты нам будут предложены, и на каком из них остановим

свой выбор. Но некоторый набор свойств, которыми этот вариант должен обладать, представляем. Например, мы определили предельную сумму, которую готовы за эту вещь заплатить.

Все требования, которые ЛПР формулирует на предварительном этапе, удобно разделить на две группы: группу *ограничительных* требований (ограничений) и группу *экстремальных* (или *целевых*) требований. Смысл требований первой группы достаточно ясен: это ограничения разного рода (физические, логические, ресурсные, правовые, нравственные...). При формальной записи ограничений используются алгебраические, логические и, возможно, иные выражения, имеющие вид равенств, неравенств, соотношений «больше», «меньше» и т. п. Подобные ограничения используются как при формировании множества альтернатив, так и при исключении из исходного множества тех вариантов, которые не удовлетворяют заданным ограничительным требованиям. Если ограничения наложены на значения некоторых характеристик вариантов, то обеспечить их выполнение, очевидно, не составляет труда: достаточно исключить варианты, для которых значения хотя бы одной из таких характеристик выходит за установленные границы. Например, при покупке мы не рассматриваем образцы нужной нам вещи, если их стоимость превышает установленный нами предварительно предел.

Во вторую группу относятся требования, которые формулируются относительно тех показателей, значения которых ЛПР хотел бы иметь, по возможности, наибольшими или наименьшими. Направление улучшения показателей, характеризующих соответствующее свойство, зависит от его содержания: прибыль, производительность труда, долю рынка, загрузку оборудования хочется, очевидно, увеличить в максимально возможной степени; затраты всех видов, процент брака, простои оборудования, длительность производственного цикла, наоборот, хочется уменьшить. Формальная запись экстремального требования к значению показателя f_i имеет вид: $f_i \rightarrow \max$ (\min) и называется *целевой функцией*. Отметим нужный для последующего применения прием: чтобы изменить направление улучшения показателя на противоположное, достаточно у данного показателя изменить знак: *если $f_i \rightarrow \max$, то $(-f_i) \rightarrow \min$.*

Укажем также, что для целевых функций в некоторых случаях могут быть указаны желаемые значения f_i^0 (их тоже можно назвать целевыми). Если отклонения от этого значения как в одну, так и в другую сторону для ЛПР одинаково нежелательны, то экстремальное требование в этом случае можно записать так: $|f_i - f_i^0| \rightarrow \min$.

Набор показателей, каждый из которых количественно характеризует определенное свойство варианта решения (альтернативы), называют *локальным критерием качества* этого варианта.

Принципиальным фактором для идеологии решения задачи выбора является количество экстремальных требований: является ли оно единственным, либо таких требований несколько. В первом случае при конечном и обозримом количестве альтернатив задача *логически* становится достаточно простой: наилучшим будет, очевидно, вариант с экстремальным

значением целевой функции, и такой вариант можно найти с помощью последовательного просмотра и сравнения альтернатив между собой. Отметим, что в общем случае, *технически* задача поиска оптимального варианта может быть весьма непростой и потребовать применения специальных методов линейного, нелинейного, дискретного программирования, объединенных в особый раздел математики – математическое программирование, знакомству с которым посвящены специальные учебные курсы.

Во втором случае, когда целевых требований несколько, характерным является ситуация, при которой наилучшие значения разных целевых показателей достигаются при выборе разных альтернатив. Но должна быть выбрана одна из них! Конечно, возможны случаи, когда среди предъявленных альтернатив, имеется вариант, лучший сразу по всем показателям. Проблемы выбора в таких случаях нет, однако, такие ситуации не часто встречаются в практической деятельности. Трудности возникают в более характерных для практики ситуациях, когда единственное решение, *явно доминирующее над всеми остальными*, среди предъявленных альтернатив отсутствует. Интуитивно ясно, что в таких случаях лицу, принимающему решение, придется определиться в своих суждениях относительно важности для него различных требований и, возможно, поступиться какими-либо из них. Другими словами, ЛПР должен смириться с выбором не самого лучшего, но *компромиссного* варианта решения. Также нетрудно понять, что при этом возрастает *субъективная* составляющая методики выбора: личные (субъективные) суждения ЛПР становятся фактором, определяющим окончательный выбор. Часто на первом этапе выбора исключают варианты, не удовлетворяющие заданным ограничениям, и к выбору предъявляются только варианты, для которых ограничения выполнены. Соответственно, из перечня локальных критериев можно исключить те критерии, на которые наложены ограничения. Оставшийся набор локальных критериев, выражающих только экстремальные требования, называют *векторным критерием*. Задачу выбора при этом называют векторной или *многокритериальной*.

Описание предпочтений ЛПР. Исходным действием на этом этапе является *сравнение* предъявленных вариантов между собой. Всегда можно считать, что сравнение вариантов производится попарно: последовательно просматриваются все пары вариантов и в каждой паре устанавливается *отношение предпочтительности*. Это отношение может принять одно из следующих значений: вариант *a* лучше (*более предпочтителен*) варианта *b* (пишут $a > b$); вариант *a* хуже (*менее предпочтителен*) варианта *b* ($a < b$); варианты *a* и *b* одинаковы по предпочтительности (равноценны) ($a \approx b$). Возможна также ситуация, когда ЛПР не может отдать предпочтение одному из вариантов. В этом случае мы будем говорить, что они *несравнимы*, и использовать запись $a ? b$.

В результате попарного сравнения отношение предпочтения устанавливается на всем множестве предъявленных вариантов. Если среди вариантов не оказалось несравнимых, то можно ожидать, что в итоге все варианты будут упорядочены по предпочтительности и, следовательно, будет

ясно, который из них следует признать самым предпочтительным и остановить на нем свой выбор. Но такой благоприятный результат имеет место лишь в исключительных случаях. Например, если ЛПР пользуется единственным критерием оценки вариантов и значения критерия позволяют строго упорядочить варианты по предпочтительности. Это означает, что в процессе попарного сравнения не нарушается условие *транзитивности*: если $(a > b)$ и $(b > c)$, то $(a > c)$. Это условие представляется вполне естественным, однако выполняется не всегда. Например, представьте, что следует выбрать команду-победителя в турнире, в котором участвуют три команды a , b и c , если результаты встреч таковы: (a побеждает b), (b побеждает c), (c побеждает a). В таких случаях приходится вводить дополнительные критерии, например, учитывать соотношение забитых и пропущенных мячей (или шайб), выигранных и проигранных сетов и т.д. Все эти приемы оценки фиксируются в *правилах* выбора, заранее устанавливающих последовательность применяемых критериев. Такое упорядочение критериев называют *лексикографическим* из-за внешнего сходства с упорядочением слов в словарях. В этом случае возникают специфические задачи выбора, где критерии вводятся в процедуру выбора по мере необходимости.

Исходным пунктом в описании предпочтений логично считать указание перечня и *направлений улучшения* критериев, характеризующих альтернативы. Ранее мы уже указали, как эти критерии возникают: ЛПР вводит их в описание задачи для характеристики принимаемых во внимание свойств альтернатив и требований к искомому решению. Смысл критериев оценки предопределяет выбор шкал для их измерения. Представляется понятным, что для последующего сравнения вариантов по нескольким критериям, на определенном этапе может потребоваться согласование различных шкал с целью обеспечить соизмеримость различных критериев (приведение их значений к одинаковой размерности и масштабу величин, или другими словами – *нормирование* критериев). Также на некотором этапе для применения формализованных процедур может быть важным обеспечить одинаковую направленность улучшения всех критериев, выражающих экстремальные требования: либо все критерии устремляются к максимуму, либо все они устремляются к минимуму. Как это сделать с помощью простого приема перемены знаков, было сказано выше.

Все указанные действия можно назвать подготовительными: они дают минимум необходимой информации для выполнения операций сравнения сначала значений критериев, а затем и альтернатив. По существу, процедура сравнения подводит ЛПР к искомому решению, либо устанавливает невозможность с ее помощью получить результат. Примеры будут приведены позже.

Принятие решений в условиях определенности. Такие условия имеют место в случаях, когда вся информация, необходимая для выбора решения является детерминированной (полностью определенной, не подверженной случайным изменениям), достоверной и точной. Это касается, в частности, состава множества вариантов и множества локальных критериев, значений

критериев и других параметров, используемых при выборе. Такие условия редко соблюдаются на практике, но разработанные для них методы, кроме непосредственной пользы при их обоснованном применении, создают основу для разработки методов принятия решений и в условиях, когда действуют различные факторы, порождающие *неопределенность* (отсутствие информации, случайный характер и неточность данных, неоднозначность последствий принимаемых решений).

Рассмотрим ряд наиболее распространенных методов принятия решений в условиях определенности, в основу которых положен формальный подход.

Модель задачи выбора имеет следующий вид.

Имеется конечное множество вариантов решения $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$. Будем полагать, что все варианты удовлетворяют заданным ограничениям. Указаны локальные критерии качества вариантов f_1, f_2, \dots, f_m , характеризующие свойства вариантов, на которые наложены экстремальные требования, и образующие векторный критерий f . Для каждого локального критерия указано направление его улучшения: если повышению качества варианта соответствует увеличение значения j -го критерия, то пишут $f_j \rightarrow \max$; если повышению качества варианта соответствует уменьшение значения j -го критерия, то пишут $f_j \rightarrow \min$. Для каждого варианта a_i указаны численные значения каждого из локальных критериев, т. е. заданы $f_1(a_i), f_2(a_i), \dots, f_m(a_i)$. Эти значения удобно представлять в виде таблицы (см. табл. 3). Требуется дать рекомендации субъекту (лицу, принимающему решение, – ЛПР) по выбору наиболее предпочтительного решения.

Таблица 3. Представление исходных данных в задаче выбора в условиях определенности

Вариант решения	Критерий f_1	Критерий f_2	.....	Критерий f_m
a_1	$f_1(a_1)$	$f_2(a_1)$	.....	$f_m(a_1)$
a_2	$f_1(a_2)$	$f_2(a_2)$	.....	$f_m(a_2)$
.....
a_n	$f_1(a_n)$	$f_2(a_n)$	.....	$f_m(a_n)$

Подчеркнем, что в данной постановке задачи предполагается, что последствия выбора каждой из альтернатив *определены однозначно и точно* и отражаются значениями критериев. Сразу отметим, что информации, содержащейся в этом наборе исходных данных, для выбора наиболее предпочтительного варианта решения в общем случае недостаточно. Но теория позволяет на основе этой информации сделать важный шаг: исключить из рассмотрения часть вариантов, которые заведомо не могут быть наиболее предпочтительными.

Для более наглядного пояснения методов, применяемых для анализа многокритериальной задачи, рассмотрим случай двух критериев, т.е. будем полагать, что $f(a_i) = (f_1(a_i), f_2(a_i))$. Это позволит пользоваться графиками, а

выводы понятным образом обобщаются на задачи с произвольным числом критериев.

В теории многокритериального выбора принято представлять каждую альтернативу точкой в «пространстве критериев», размерность которого равна числу критериев. В нашем случае это число равно двум, так что названное пространство представляет собой плоскость с двумя перпендикулярными осями координат, соотнесенными с каждым из критериев, для которых, в свою очередь, определены шкалы для измерения значений критериев. Для каждой альтернативы значения критериев известны и представляют собой некоторые числа, что позволяет изобразить каждую альтернативу точкой на координатной плоскости. Приведем пример. Пусть задано множество альтернатив $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}$. Значения критериев приведены в табл.4

Таблица 4. Данные для примера

Альтернатива	Критерий f_1	Критерий f_2
a_1	2	200
a_2	4	400
a_3	6	200
a_4	4	800
a_5	8	600
a_6	10	200

Диапазоны изменения критериев взяты существенно различными, несоизмеримыми, чтобы подчеркнуть, что на данном этапе это не имеет значения. Расположение точек показано на рис.8 (конкретный вариант расположения точек в пространстве критериев будем называть *конфигурацией*).

Для ЛПР желательно, сделав выбор одной из предъявленных шести альтернатив, получить как можно большие значения каждого из критериев. Формально мы записываем это пожелание в виде условий (экстремальных требований) $f_1 \rightarrow \max$ и $f_2 \rightarrow \max$. Покажем, как анализ взаимного расположения на плоскости (в пространстве критериев) точек, изображающих альтернативы, позволяют во многих случаях исключить из дальнейшего рассмотрения некоторые из них, как с очевидностью не подходящих на роль наилучших, наиболее предпочтительных вариантов.

Обратимся к рисунку. Рассмотрим все пары вариантов и установим для каждой из них имеющий место характер отношения между ее элементами (напомним, что отношение может быть охарактеризовано значениями «лучше», «хуже», «равноценно», «неопределенно»). Выявить, какое значение имеет данное отношение для конкретной пары вариантов можно, сравнив их значения критериев. Ниже приведены все пары вариантов и выводы, которые можно сделать из анализа соотношений между критериями.

$(a_1, a_2) \rightarrow f_1(a_2) > f_1(a_1)$ и $f_2(a_2) > f_2(a_1) \rightarrow a_2 > a_1$ (a_2 лучше (предпочтительнее) a_1). В этом случае также говорят: a_2 доминирует над a_1 . представляется очевидным, что вариант a_1 можно исключить из дальнейшего рассмотрения, так как он явно не является лучшим среди всех предъявленных

вариантов. Соответственно, можно исключить из рассмотрения все пары, включающие этот вариант.

$(a_2, a_4) \rightarrow f_1(a_2) = f_1(a_4)$ и $f_2(a_4) > f_2(a_2) \rightarrow a_4 > a_2$ (a_4 лучше (предпочтительнее) a_2). В этом случае, очевидно, исключить следует вариант a_2 и все включающие его пары.

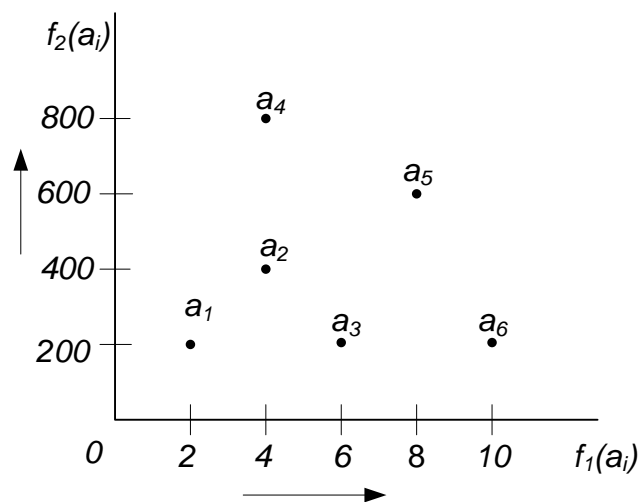


Рис.8. Конфигурация множества альтернатив в двумерном пространстве критериев (стрелки вдоль осей указывают направления улучшения соответствующего критерия)

$(a_3, a_5) \rightarrow f_1(a_5) > f_1(a_3)$ и $f_2(a_5) > f_2(a_3) \rightarrow a_5 > a_3$ (a_5 лучше (предпочтительнее) a_3). В этом случае, очевидно, исключить следует вариант a_3 и все включающие его пары.

$(a_4, a_5) \rightarrow f_1(a_5) > f_1(a_4)$, но $f_2(a_5) < f_2(a_4) \rightarrow a_5 ? a_4$ (значение отношения неопределенно в том смысле, что ЛПР не может по имеющейся информации указать, какой из этих двух вариантов предпочтительнее (как было отмечено ранее, в таких случаях говорят, что варианты *несравнимы*, что по смыслу не совсем точно: сравнить можно (что мы и сделали, используя значения критериев), но выработать суждение о предпочтительности какого-либо из вариантов нельзя). В этом случае, понятно, исключать какой-либо из этих двух вариантов не следует.

$(a_4, a_6) \rightarrow f_1(a_6) > f_1(a_4)$, но $f_2(a_6) < f_2(a_4) \rightarrow a_6 ? a_4$. По этой паре вывод аналогичен предыдущему.

$(a_5, a_6) \rightarrow f_1(a_6) > f_1(a_5)$, но $f_2(a_6) < f_2(a_5) \rightarrow a_6 ? a_5$. И в этом случае отдать предпочтение какому-либо из этих двух вариантов невозможно.

Таким образом, список вариантов, которые следовало рассмотреть исчерпан. В результате попарного сравнения из шести вариантов, входящих в исходное множество A , три удалось исключить. Это варианты a_1 , a_2 и a_3 . При анализе пар, составленных из трех других вариантов a_4 , a_5 и a_6 , мы обнаружили, что в каждой паре один из них лучше по одному из критериев, но хуже по другому. В то же время, для каждого из них в исходном множестве A нет более предпочтительных (доминирующих) вариантов.

Варианты (альтернативы), обладающие указанным свойством, составляют особый класс, исключительно важный в теории многокритериального выбора. Такие варианты называют *Парето-оптимальными* (по имени В. Парето (1848-1923), итальянского ученого, изучавшего, в числе многих вопросов экономики и социологии проблемы определения равновесных цен в актах купли-продажи).

Приведем перечень характерных свойств Парето-оптимальных решений:

- такие решения нельзя улучшить одновременно по всем критериям: переход от любого Парето-оптимального варианта к иным, в том числе и Парето-оптимальным вариантам, при улучшении некоторых из критериев всегда будет сопровождаться ухудшением некоторых других;

- для таких решений в предъявленном множестве альтернатив не существует более предпочтительных, доминирующих над ними вариантов.

Заметим, что при формулировании указанных свойств мы не ограничивали число критериев.

Из приведенных формулировок могут быть сделаны важные для практики выводы: 1) *выбор окончательного решения следует производить среди Парето-оптимальных вариантов* и 2) в случае использования двух критериев *выявление Парето-оптимальных решений может быть выполнено графически с помощью построения зон доминирования для каждого из вариантов исходного множества: для Парето-оптимальных решений зоны доминирования не будут содержать каких-либо вариантов, т.е. будут «пустыми».*

Поясним построение зон доминирования с помощью рисунка (см. *рис.8*).

Предположим, что в некоторой задаче выбора среди предъявленных вариантов решения имеется вариант, обозначенный символом k , и ЛПР желает в результате выбора увеличить значения каждого из двух критериев, т.е. $f_1 \rightarrow \max$ и $f_2 \rightarrow \max$. Эта ситуация изображена на *рис.9,а*. Очевидно, что все варианты, расположенные в заштрихованной зоне и на ее границе, являются более предпочтительными, чем вариант k . Действительно, варианты, расположенные *внутри* зоны, лучше, чем k сразу по двум критериям, а варианты, расположенные на горизонтальной и вертикальной границах зоны, *лучше* k по одному критерию и *не хуже* по другому. Если изменить направление улучшения критериев, то положение зоны доминирования изменится. На *рис.9,б,в,г* изображены ее положения при различных направлениях улучшения критериев, показанных с помощью стрелок вдоль осей координат.

Покажем порядок выявления Парето-оптимальных решений в предъявленном множестве альтернатив. Вернемся к примеру (см. *рис.8*). Построим для каждого из вариантов его зону доминирования. Результат построения показан на *рис.10*. Из графиков нетрудно установить составы множеств (или областей) доминирования $D(a_i)$ для каждого решения a_i :

$$a_1: D(a_1) = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}; a_2: D(a_2) = \{a_4, a_5\};$$

$$a_3: D(a_3) = \{a_5, a_6\}; a_4: D(a_4) = \{\emptyset\}; a_5: D(a_5) = \{\emptyset\}; a_6: D(a_6) = \{\emptyset\}.$$

Для вариантов a_4, a_5, a_6 области доминирования оказались пустыми (напомним, что символ \emptyset – означает пустое множество, т.е. не содержащее элементов). Эти три варианта и являются Парето-оптимальными. Именно из этих вариантов следует сделать выбор, исключив из рассмотрения остальные варианты (в нашем примере это варианты a_1, a_2, a_3).

Таким образом, выявление Парето-оптимальных решений сыграло роль следующего фильтра на пути поиска наилучшего варианта. Множество Парето-оптимальных решений для исходного множества альтернатив A будем обозначать $P(A)$. В нашем примере $P(A) = \{a_4, a_5, a_6\}$.

В качестве упражнения рекомендуется построить области доминирования для указанных в примере альтернатив при иных вариантах направлений улучшения критериев, а именно, при 1) $f_1 \rightarrow \min$ и $f_2 \rightarrow \max$, 2) $f_1 \rightarrow \max$ и $f_2 \rightarrow \min$, 3) $f_1 \rightarrow \min$ и $f_2 \rightarrow \min$. В каждом из двух последних случаев, как нетрудно убедиться, Парето-оптимальным будет единственное решение, соответственно, a_6 и a_1 , и именно эти решения по формальному признаку следует выбрать. Задача выбора будет решена. В других случаях, включая рассмотренный нами пример, Парето-оптимальных решений будет несколько, и для поиска единственного решения следует продолжить «просеивание» оставшихся вариантов.

Как уже было сказано, выявление множества Парето-оптимальных решений представляет собой ключевой этап решения задачи многокритериального выбора. Действительно, решая задачу выбора, ЛПР легко продвигается к наилучшему решению, если в его поле зрения на последовательных шагах процедуры поиска попадают варианты, лучшие (т.е. с лучшими значениями каждого из принятых критериев оценки!) тех, которые он рассматривал на предыдущих шагах. Ситуация становится проблемной, когда обнаруживаются варианты, которые оказываются лучше любых других, но при этом несравнимыми между собой. Напомним, что термин «несравнимы» понимается в том смысле, что какому-либо из сравниваемых вариантов нельзя отдать предпочтение. Последнюю фразу следует дополнить: *с использованием только информации о составе множества альтернатив и о значениях критериев их оценки (ранее мы эту информацию условно обозначили $I_1 = \{A, f\}$)*. Для выполнения следующего этапа просеивания множества альтернатив, включающего к этому шагу только Парето-оптимальные варианты, т.е. множества $P(A)$, требуется *дополнительная информация*.

В качестве такой дополнительной информации выступают данные об относительной важности или значимости для ЛПР каждого из критериев.

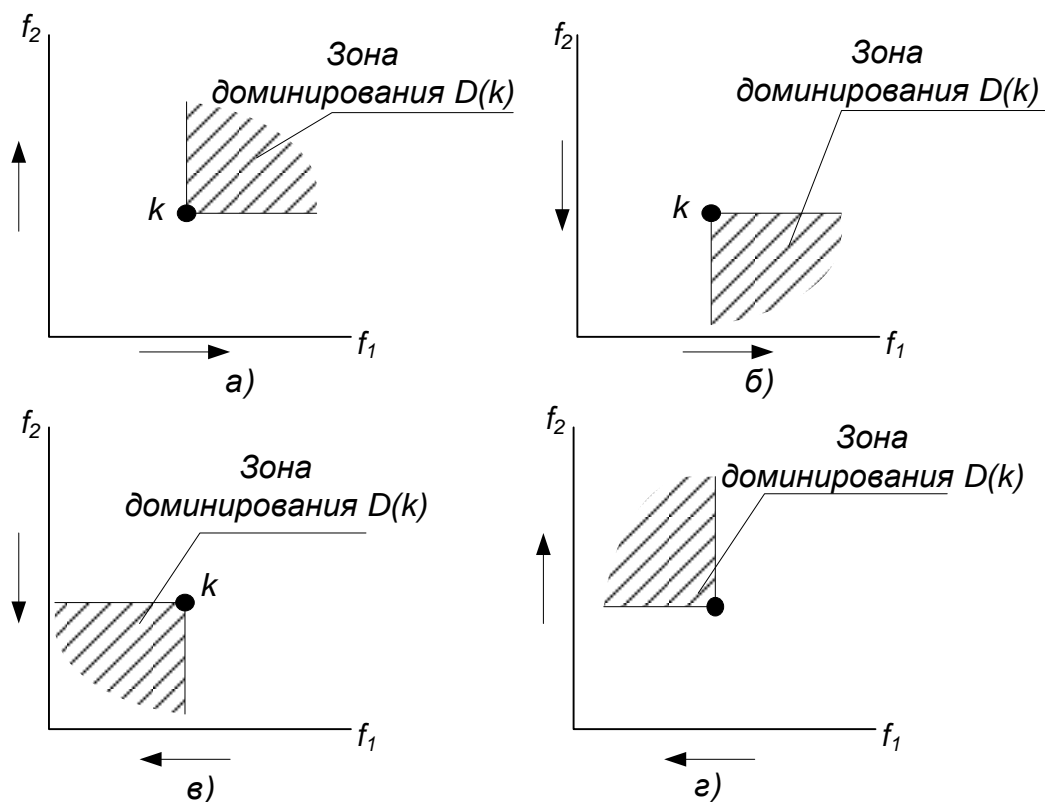


Рис. 9. Зоны доминирования при различных направлениях улучшения критериев

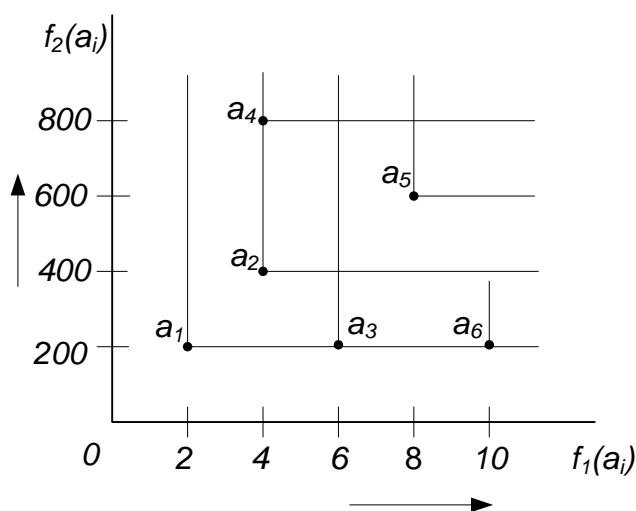


Рис. 10. Зоны доминирования для вариантов решений при максимизации значений каждого из двух критериев

Первым действием, требующим от ЛПР прямого сопоставления критериев, является назначение для них коэффициентов относительной важности (значимости, «весовых» коэффициентов, или просто «весов»). Мы будем иметь в виду ситуацию, когда веса назначает ЛПР, исходя из своих собственных, «эвристических» (т.е. не имеющих формального обоснования) соображений.

Эта внешне несложная операция в некоторых случаях вызывает при выполнении определенные затруднения. Пусть каждая альтернатива с номером i характеризуется набором (вектором) критериев $f^{(i)} = (f^{(i)}_1, f^{(i)}_2, \dots, f^{(i)}_m)$. Рассмотрим такую схему. Примем, что принятый набор критериев, обладает для ЛПР некоторой величиной общей, или суммарной, важности (или значимости, или веса). Обозначим эту величину λ и для удобства примем ее равной единице. Задача ЛПР состоит в том, чтобы указать, какую долю вносит каждый из критериев в эту суммарную важность или, другими словами, в том, чтобы принятую оценку суммарной важности набора *распределить* между отдельными критериями. Ясно, что в этом случае веса λ_j отдельных критериев должны удовлетворять условиям: $\lambda_j \geq 0$ и сумма $\sum \lambda_j = 1$ (условия нормировки). Например, если критериев всего два ($m = 2$), то возможны, в частности, такие значения весовых коэффициентов: $\lambda_1 = 0,7$; $\lambda_2 = 0,3$. Если критериев, к примеру, пять, то в некоторой конкретной задаче веса могут быть назначены такими: $\lambda_1 = 0,5$; $\lambda_2 = 0,2$; $\lambda_3 = 0,15$; $\lambda_4 = 0,10$; $\lambda_5 = 0,05$. Приведенный пример иллюстрирует одну из трудностей, возникающих при назначении весов: с увеличением числа критериев из-за того, что среднее значение веса уменьшается, для ЛПР все более затруднительно выразить свои представления о важности критериев с помощью коэффициентов. Поэтому рекомендуется не вводить в модель задачи слишком большое число критериев. Рекомендуется принимать это число в пределах от одного до пяти.

Другая трудность в назначении весов связана со следующим обстоятельством. Представим себе ситуацию, когда человек выбирает место работы, руководствуясь двумя критериями – размером заработной платы и величиной творческой составляющей в деятельности. И тот, и другой критерий наш субъект желает увеличить. Если заработная плата является для субъекта единственным источником средств, то при малых значениях этого критерия субъект придаст ему относительно больший вес, и, следовательно, предпочтет вариант места работы с большей зарплатой. Если же для предъявленных вариантов величины заработной платы оказались, по мнению субъекта, достаточно большими, то вес этого критерия может быть снижен в пользу второго критерия – величины творческой составляющей. Другими словами, коэффициенты важности критериев могут зависеть от их значений: $\lambda_j(f_1, \dots, f_m)$, $j = 1, \dots, m$ (при соблюдении условий нормировки).

В анализе многокритериальных задач выбора исключительно важным является понятие *зависимости критериев по предпочтению*.

Зависимость показателей (критериев оценки альтернатив) по предпочтению характеризует исключительно субъективную позицию лица, принимающего решение. Если отношение ЛПР к значениям одного критерия (оценка субъективной ценности, важности этого критерия) *изменяется* при изменении значений другого критерия, то такие критерии называют *зависимыми по предпочтению*. Это важное в теории выбора понятие, влияющее на методы формализации и решения задач. В дальнейшем об этом понятии будет еще дополнительно сказано.

Аналитические методы обоснования выбора решений. При решении многокритериальных задач выбора наибольшее распространение получили *аналитические* методы, позволяющие построить множество Парето-оптимальных вариантов и выявить среди них наиболее предпочтительный с точки зрения ЛПР. Аналитическими методами называют потому, что они предполагают выполнение некоторых действий над численными значениями критериев и не требуют введения ограничений на их количество. Ясно, что если число критериев более двух, графические иллюстрации применить не удастся. Основную группу аналитических методов составляют методы «свертывания» векторного критерия. Смысл этих методов состоит в конструировании по определенным правилам из локальных критериев обобщенного критерия, интегральным образом характеризующего каждую альтернативу. Иными словами, локальные критерии с помощью принятой формулы оказываются *свернутыми* в один обобщенный критерий, и задача из векторной преобразуется в скалярную, что, как ранее отмечалось, логически упрощает выбор решения. Вклад каждого локального критерия в интегральный показатель качества альтернативы можно регулировать, задавая различные значения коэффициентов важности.

Перейдем к рассмотрению явного способа указания относительной важности критериев с помощью «весовых» коэффициентов. Напомним требования к значениям этих коэффициентов: 1) они должны выбираться из интервала $[0; 1]$ и 2) сумма коэффициентов должна быть равной единице.

Вводя численные коэффициенты важности критериев, мы предполагаем, что с целью сравнения альтернатив между собой, будем производить какие-либо арифметические действия с этими коэффициентами и значениями критериев. Это значит, что для обеспечения корректности этих действий мы должны согласовать между собой шкалы, в которых производились измерения отдельных критериев. В частности, все критерии должны быть измерены с помощью шкал одного вида, например, ранговой, интервальной или шкалы отношений. Далее, диапазоны значений различных критериев также должны быть сопоставимы, иначе результаты действий с ними по определению обобщенных оценок качества альтернатив дадут искаженную картину их влияния на эти оценки. Ранее мы уже говорили, что процедура согласования шкал называется *нормированием* значений критериев. Приведем простейшие приемы, позволяющие привести значения всех критериев к одинаковому диапазону, в качестве которого, как правило, используется интервал $[0; 1]$.

Рассмотрим в качестве примера следующую задачу выбора. Заданы множество альтернатив $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ и значения оценивающих эти альтернативы критериев $f_1(a_i), f_2(a_i), \dots, f_m(a_i), i = 1, \dots, n$. Критерии полагаем измеренными в одинаковых шкалах, но единицы измерения (размерности величин) и диапазоны их численных значений могут быть существенно различными, так как они отражают различные свойства альтернатив. Например, если решается задача приобретения оборудования и определены альтернативные варианты, то в качестве критериев, могут быть использованы показатели производительности, габаритов, надежности, межремонтного

периода, цены. Ясно, что если использовать непосредственно исходные данные, создать из этих показателей некую «конструкцию» в виде одного показателя, интегрально характеризующего каждую альтернативу, нельзя (так как нельзя складывать величины, выраженные, например, в единицах мощности, с величинами, выраженными в рублях).

Предположим, что критерии независимы по предпочтению и приведены к одинаковому направлению улучшения, а именно, что все критерии желательно максимизировать. Выполним такую операцию: для каждого критерия найдем его максимальное значение на множестве альтернатив. Обозначим найденные значения через f_j^{max} , $j = 1, \dots, m$. Разделив значение j -го критерия для каждой альтернативы a_i на f_j^{max} , получим для этого критерия его новое, нормированное значение: $f_j^{(норм)}(a_i) = f_j(a_i) / f_j^{max}$. Нормированные значения каждого критерия будут, очевидно, безразмерными величинами, заключенными в свой интервал $[\min(f_j(a_i) / f_j^{max}); 1]$.

С нормированными значениями можно производить различные операции и, соответственно, формировать различные способы свертывания локальных критериев. Рассмотрим самые распространенные из них. Предварительно отметим важное обстоятельство.

Каждая форма интегрального критерия выражает некоторую идею относительно соотношения качества альтернатив, выбираемых с ее использованием. Эту идею принято называть *принципом оптимальности*. Таким образом, каждая форма интегрального критерия выражает тот или иной принцип оптимальности. Поэтому ЛПР должен с пониманием применять ту или иную форму критерия, учитывая, в какой мере она соответствует смыслу задачи и его субъективным представлениям. Рассматривая далее различные формы интегральных критериев, мы будем пояснять выражаемые ими принципы оптимальности.

Линейная форма интегрального критерия. Это самая популярная в практических приложениях форма. Интегральный критерий F_L в этом случае имеет следующий вид:

$$F_L = \sum_{j=1}^m \lambda_j f_j^{(норм)}.$$

Если все локальные критерии направлены к максимуму, то и интегральный критерий направляется к максимуму, т.е. экстремальное требование записывается так: $F_L \rightarrow \max$. Если же все локальные критерии направлены к минимуму, то и интегральный критерий направляется к минимуму, $F_L \rightarrow \min$. Отметим, что если все локальные критерии для ЛПР равноценны, то коэффициенты важности будут одинаковыми для всех критериев (все они будут иметь значение $1/m$), и их можно не учитывать при расчетах.

Приведем пример расчета нормированных значений критериев и выбора наиболее предпочтительного решения с использованием линейного

интегрального критерия, полагая, что каждый из критериев желательно максимизировать. Пусть исходные данные заданы следующей таблицей (см. табл.5).

Таблица 5. Исходные значения критериев

Альтернатива	Критерий f_1	Критерий f_2
a	500	2
b	200	12
c	650	4
d	800	2

Максимальные значения каждого из критериев в соответствующих столбцах выделены жирным шрифтом. Нормирование состоит в делении значений критериев в столбце на выявленное в нем максимальное значение: в первом столбце $f_{1max} = 800$, во втором столбце $f_{2max} = 12$. Нормированные значений критериев, округленные до сотых долей, приведены в табл. 6.

Таблица 6. Нормированные значения критериев

Альтернатива	Критерий $f_1^{(норм)}$	Критерий $f_2^{(норм)}$
a	0,63	0,17
b	0,25	1,00
c	0,81	0,33
d	1,00	0,17

Расчет проведем для трех случаев.

1) Примем, что критерии равноценны. Тогда значения интегрального критерия для каждой из альтернатив будут иметь значения:

$$F_{\mathcal{L}}(a) = f_1^{(норм)}(a) + f_2^{(норм)}(a) = 0,63 + 0,17 = 0,90;$$

$$F_{\mathcal{L}}(b) = f_1^{(норм)}(b) + f_2^{(норм)}(b) = 0,25 + 1,00 = \mathbf{1,25};$$

$$F_{\mathcal{L}}(c) = f_1^{(норм)}(c) + f_2^{(норм)}(c) = 0,81 + 0,33 = 1,14;$$

$$F_{\mathcal{L}}(d) = f_1^{(норм)}(d) + f_2^{(норм)}(d) = 1,00 + 0,17 = 1,17.$$

Как видим, наибольшее значение интегральный критерий получает при выборе решения b .

2) Примем, что коэффициенты важности критериев имеют следующие значения: $\lambda_1 = 0,2$; $\lambda_2 = 0,8$ (сумма этих значений, как и требуется, равна единице). В этом случае получим следующие значения интегрального критерия:

$$F_{\mathcal{L}}(a) = \lambda_1 f_1^{(норм)}(a) + \lambda_2 f_2^{(норм)}(a) = 0,2 \cdot 0,63 + 0,8 \cdot 0,17 = 0,262;$$

$$F_{\mathcal{L}}(b) = \lambda_1 f_1^{(норм)}(b) + \lambda_2 f_2^{(норм)}(b) = 0,2 \cdot 0,25 + 0,8 \cdot 1,00 = \mathbf{1,300};$$

$$F_{\mathcal{L}}(c) = \lambda_1 f_1^{(норм)}(c) + \lambda_2 f_2^{(норм)}(c) = 0,2 \cdot 0,81 + 0,8 \cdot 0,33 = 0,426;$$

$$F_{\mathcal{L}}(d) = \lambda_1 f_1^{(норм)}(d) + \lambda_2 f_2^{(норм)}(d) = 0,2 \cdot 1,00 + 0,8 \cdot 0,17 = 0,336.$$

И в этом случае, очевидно, следует выбрать вариант b .

3) примем, что коэффициенты важности критериев имеют следующие значения: $\lambda_1 = 0,8$; $\lambda_2 = 0,2$ (сумма этих значений равна единице). В этом случае получим следующие значения интегрального критерия:

$$F_{\mathcal{L}}(a) = \lambda_1 f_1^{(норм)}(a) + \lambda_2 f_2^{(норм)}(a) = 0,8 \cdot 0,63 + 0,2 \cdot 0,17 = 0,538;$$

$$F_{\mathcal{L}}(b) = \lambda_1 f_1^{(норм)}(b) + \lambda_2 f_2^{(норм)}(b) = 0,8 \cdot 0,25 + 0,2 \cdot 1,00 = 0,400;$$

$$F_{\mathcal{L}}(c) = \lambda_1 f_1^{(норм)}(c) + \lambda_2 f_2^{(норм)}(c) = 0,8 \cdot 0,81 + 0,2 \cdot 0,33 = 0,714;$$

$$F_{\mathcal{L}}(d) = \lambda_1 f_1^{(норм)}(d) + \lambda_2 f_2^{(норм)}(d) = 0,8 \cdot 1,00 + 0,2 \cdot 0,17 = \mathbf{0,834}.$$

В этом случае следует выбрать вариант d .

Линейная свертка векторного критерия реализует принцип оптимальности, который можно назвать принципом *компенсации*. Действительно, складывая значения локальных критериев, мы «обезличиваем» их, и в итоговой сумме не слишком хорошие значения одних критериев могут быть компенсированы хорошими значениями других, и в итоге альтернатива получит хорошую интегральную оценку. Так, в рассмотренном примере (случай (1)), мы выбрали вариант b , несмотря на то, что значение критерия $f_1^{(норм)}(b)$ нельзя признать достаточно хорошим. Оказалось, что в интегральной оценке хорошее значение второго критерия компенсировало низкое значение первого критерия. Суждение о том, можно ли в конкретной задаче считать, что значения критериев компенсируют друг друга, должен выработать субъект, принимающий решение, на основе анализа содержательной (неформальной) стороны задачи. К примеру, ЛПР при выборе товара должен решить для себя, компенсирует ли снижение цены ухудшение качества? При выборе банка для хранения своих средств ЛПР должен решить, компенсирует ли повышенная ставка по депозиту (вкладу) уровень риска потери вложенных средств, и т.д.

Отметим, что линейная форма критерия, по существу, представляет собой среднее или средневзвешенное значение локальных критериев. Мы знаем, что не всегда уместно пользоваться средними значениями (вспомним известную шутку о температуре, средней по больнице).

Мультипликативная форма интегрального критерия. В этом случае интегральный критерий представляет собой произведение локальных критериев с учетом коэффициентов их относительной важности:

$$F_M(a_i) = (f_1^{(норм)}(a_i))^{\lambda_1} \cdot (f_2^{(норм)}(a_i))^{\lambda_2} \cdot \dots \cdot (f_m^{(норм)}(a_i))^{\lambda_m} \rightarrow \max \text{ (или } \min)$$

Заметим, что коэффициент важности локального критерия λ_i ($i = 1, 2, \dots, m$) помещен в показателе степени.

Мультипликативная свертка в силу своей нелинейности менее удобна и наглядна, чем линейная, и поэтому сравнительно реже применяется. По существу, она реализует ту же идею компенсации, что и линейная свертка (обратим внимание, что путем логарифмирования выражение для интегрального критерия приобретает вид линейной формы только относительно не исходных значений критериев, а их логарифмов). Но эта компенсация *нелинейная*: ее эффект уменьшается с приближением значения любого из локальных критериев к нулевому («очень плохому») уровню. Эта особенность может быть весьма полезной: если для некоторой альтернативы любой из локальных критериев имеет низкий уровень, то и интегральный критерий будет иметь относительно низкий уровень, и для данной альтернативы снижаются шансы быть выбранной. В этом заключается принцип

оптимальности, реализуемый мультипликативной формой интегрального критерия.

Вернемся к ранее рассмотренному примеру. Приняв критерии равноценными и используя в качестве интегрального критерия произведение локальных критериев, получим:

$$F_M(a) = f_1^{(норм)}(a) \cdot f_2^{(норм)}(a) = 0,63 \cdot 0,17 = 0,107;$$

$$F_M(b) = f_1^{(норм)}(b) \cdot f_2^{(норм)}(b) = 0,25 \cdot 1,00 = 0,250;$$

$$F_M(c) = f_1^{(норм)}(c) \cdot f_2^{(норм)}(c) = 0,81 \cdot 0,33 = \mathbf{0,267};$$

$$F_M(d) = f_1^{(норм)}(d) \cdot f_2^{(норм)}(d) = 1,00 \cdot 0,17 = 0,17.$$

Наилучшим в этом случае оказался вариант *c*.

Минимаксная (максиминная) форма интегрального критерия. Метод применим в тех случаях, когда в начальной постановке задачи требуется все критерии максимизировать (метод «минимакса») или минимизировать (метод «максимина»). Для расчета интегрального критерия в этом случае не требуется выполнять какие-либо арифметические действия. Следует только выполнить ряд логических операций сравнения. Алгоритм метода весьма прост: 1) для каждой альтернативы просматриваются значения всех критериев, из них выбирается и запоминается наименьшее (т.е. при максимизации локальных критериев – худшее); 2) среди выявленных значений выбирается наибольшее (лучшее из худших). Решение, которому соответствует это значение, и будет наилучшим по данному критерию.

Если все локальные критерии минимизируются, то для каждой альтернативы в векторе его локальных критериев выбирается наибольшее (худшее!) значение и среди них выбирается наименьшее (т.е. лучшее).

Формально интегральный критерий записывается так:

- при максимизации локальных критериев

$$F_{MM} = \{ \min [\lambda_1 f_1(a_i), \dots, \lambda_m f_m(a_i)], i = 1, \dots, n \},$$

$$F_{MM} \rightarrow \max;$$

- при минимизации локальных критериев

$$F_{MM} = \{ \max [\lambda_1 f_1(a_i), \dots, \lambda_m f_m(a_i)], i = 1, \dots, n \},$$

$$F_{MM} \rightarrow \min.$$

Опять вернемся к рассмотренному примеру и выберем решение с использованием минимаксной формы интегрального критерия. Приведем повторно таблицу нормированных значений критериев и пометим в ней жирным шрифтом значения, наименьшие (худшие!) в каждой строке (см. табл. 7):

Таблица 7. Критерии с выделенными «худшими» для каждой альтернативы значениями

Альтернатива	Критерий $f_1^{(норм)}$	Критерий $f_2^{(норм)}$
<i>a</i>	0,63	0,17
<i>b</i>	0,25	1,00
<i>c</i>	0,81	0,33
<i>d</i>	1,00	0,17

Выбрать следует альтернативу, которой соответствует наибольшее из этих выделенных значений. Это альтернатива c .

Заметим, что если в этой задаче потребовать минимизации обоих критериев, то алгоритм изменится: в каждой строке (т.е. для каждой альтернативы) выберем максимальные значения и затем из них выберем наименьшее. Выполните эти действия и убедитесь, что лучшим будет вариант a .

Учет коэффициентов важности критериев логическую схему решения задачи не меняет, хотя, безусловно, повлияет на результат выбора.

Данная форма интегрального критерия реализует принцип *равномерного улучшения всех критериев*. Это следует понимать так, что по этому методу будет выбран вариант, для которого значения всех локальных критериев, предварительно нормированных к интервалу $[0;1]$, будут находиться в более узком по сравнению с другими вариантами диапазоне $[F_{MM}; 1]$, т.е. будут более близкими к друг другу. Отметим, что применение данного метода на практике чаще является более адекватным реальной ситуации, чем линейная свертка, несмотря на полное отсутствие эффекта компенсации плохих значений одних критериев хорошими значениями других. Смысловое содержание критериев при этом не имеет значения, требуется только обеспечить измерение локальных критериев в одинаковых шкалах.

Отметим важный факт: *наилучшие решения, выбираемые любым из рассмотренных аналитических методов, являются Парето-оптимальными*. Это означает, что применяя эти методы, мы можем не выделять предварительно множество Парето-оптимальных решений, а рассчитывать значения интегральных критериев для всех предъявленных для выбора вариантов. Вариант, имеющий лучшее значение интегрального критерия, будет Парето-оптимальным.

Принятие решений в условиях неопределенности. Ситуация, когда менеджер, принимая решение, располагает полной, точной и достоверной информацией обо всех обстоятельствах и параметрах объекта выбора, является крайне редкой. Как правило, действуют различные факторы, которые делают ситуацию в той или иной степени *неопределенной*. Это факторы, связанные:

- с отсутствием в текущий момент объективных (научных) знаний о тех или иных аспектах бытия (к примеру, вземные цивилизации, нераскрытые тайны мозга, глубин океанов и множество других непознанных объектов и явлений),

- непредсказуемостью характеристик процессов в будущем времени, которые могут влиять на наш выбор и его результаты,

- всегда имеющей место ограниченной точностью измерений и оценки величин, фигурирующих в задачах выбора.

Первую из названных групп факторов мы рассматривать не будем.

Остановимся на двух других.

Непредсказуемость процессов, которые могут повлиять на выбор и исказить ожидаемые результаты, на самом деле охватывает все формы

проявления неопределенности. В эту группу включаются вероятностные или случайные процессы, протекание которых определяется множеством причин, неподконтрольных субъекту. В первую очередь, это природные процессы, такие, к примеру, как стихийные бедствия (землетрясения, наводнения и прочие катаклизмы), процессы в атмосфере, определяющие погоду, все зависящие от природных явлений технологические процессы (например, в сельском хозяйстве). К этой группе могут быть отнесены и многие процессы в технике и экономике: для субъекта, достаточно удаленного от источников соответствующей информации, некоторые события могут восприниматься как случайные. Для примера можно назвать «неожиданное» введение санкций, изменение цен, тарифов, ставок по кредитам и других параметров, важных для текущей деятельности предприятия и, следовательно, для условий, в которых менеджер принимает решения. Как случайное может также восприниматься поведение военного противника или конкурента. Действием случайных причин, в конечном счете, объясняется и наличие погрешностей при измерениях любого рода. Так что, повторим, неопределенность факторов, формирующих ситуацию, в которой принимается решение, делает непредсказуемыми результаты, и тем самым усложняет для менеджера процедуру выбора.

Как было отмечено, осознанный выбор предполагает формирование *модели* решаемой задачи. Поэтому, если действуют те или иные факторы, делающие ситуацию выбора неопределенной, желательно отразить их в используемой модели. К вопросу о том, как это сделать, возможны различные подходы. Остановимся на этих подходах подробнее.

Когда говорим о действии случайных факторов и, соответственно, о непредсказуемости результатов выбора, мы должны понимать, что *мера* случайности или непредсказуемости может быть различной. Задается эта мера с помощью *вероятности* тех или иных событий. Способов оценки вероятностей мы коснемся чуть позже. Здесь отметим, что в литературе по прикладным аспектам принятия решений сформировался подход, по которому условия принятия решений разделяются на два вида: *условия неопределенности* и *условия риска*. Различия сторонники такого подхода видят в возможности или невозможности оценить вероятности тех или иных событий: если эти вероятности можно оценить количественно, говорят о риске, если оснований для оценки вероятностей событий нет, говорят об условиях неопределенности. На практике ЛПР при обосновании своего решения стремится получить и использовать хотя бы грубые оценки вероятностей неблагоприятных событий.

Можно назвать несколько способов назначения таких вероятностей.

Первый способ, наиболее предпочтительный, заключается в объективной оценке вероятностей неких первичных событий с последующим расчетом сложных, связанных между собой событий с использованием методов теории вероятностей. Проблема состоит в установлении первичных событий и объективной оценке их вероятностей. Дальнейшие расчеты теория

вероятностей позволит провести с требуемой полнотой и точностью. Примеры применения такого подхода на практике привести затруднительно.

Второй способ, статистический, основан на трактовке вероятности, как предела частоты наступления событий в серии экспериментов при неограниченном увеличении количества экспериментов. Этот способ весьма распространен, хотя в некоторых важных классах задач статистические данные, необходимые для получения корректных выводов, отсутствуют или недостаточны. Примером могут служить задачи в сфере управления инновациями. Для оценки вероятностей достижения желаемых характеристик конкретных инновационных проектов (затрат и результатов) часто нет статистической базы.

Третий способ состоит в использовании для оценки вероятностей событий мнений экспертов. Вообще, этот метод можно трактовать как специфическую технологию измерения величин, и, следовательно, всегда связывать с ним неизбежную погрешность. Но часто экспертный метод является единственным подходящим инструментом, особенно в задачах, характерных для социальной и экономической сфер, с которыми в первую очередь сталкивается менеджер. Существует теория экспертных оценок, разрабатывающая методы повышения объективности расчетов на основе специальных приемов усреднения, использования статистики малых выборок, применения различных схем организации работы экспертов. Экспертные методы применяются в задачах выбора не только для оценки факторов неопределенности. Они используются и на других стадиях процесса выбора (формирование множества альтернатив, выбор критериев, ранжирование их по важности, определение вида функций полезности). Для решения указанных вопросов других способов, кроме экспертных, не существует.

Итак, в дальнейшем изложении будем исходить из предположения, что факторы неопределенности получают оценку в виде назначения тем или иным способом вероятности событий, относящихся к выбору решения.

Мы рассмотрим только один способ учета фактора неопределенности.

Способ относится к случаю, когда принимаемый вариант решения приводит не к единственному заранее известному исходу, как в ранее рассмотренных задачах, а к одному из нескольких возможных исходов. При этом и характеристики этих исходов, и их вероятности будем полагать известными. В качестве исходов могут рассматриваться, например, наборы конкретных значений критериев. Описание выбора при таких предположениях принято называть моделью в виде лотереи. Поясним логику ее построения и использования.

Рассмотренную нами ранее структуру процесса принятия решений в условиях определенности можно назвать функциональной: по пути от постановки проблемы к выбору решения мы выполняли некоторые функции. Но к этому процессу можно подойти и с иной точки зрения, если допустить, что на него, как это всегда бывает на практике, воздействуют различные неблагоприятные факторы, порождающие неопределенность, а с нею и риск неполучения ожидаемых результатов. В этом случае в ходе структурного

анализа процесса можно и полезно выделить два типа пунктов, в которых происходит его ветвление.

Первый из этих типов пунктов представлен точками, в которых ЛПР имеет возможность принять решение и выбрать ту или иную альтернативу.

Второй тип – это пункты, в которых дальнейший ход процесса определяет случай. Вероятности исходов в этих пунктах предполагаются известными.

Реальный процесс, в общем случае, представляет собой последовательность пунктов указанных типов, продвигаясь через которые ЛПР, принимая решения или испытывая действие случайных факторов, достигает (или не достигает) желаемого результата. Схема такого процесса представлена на *рис. 11*. На нем светлые кружки обозначают точки принятия решений, темные – точки ветвления по воле случая. Обратим внимание на оценки вероятностей. Предполагается, что в каждой точке случайного выбора учтены *все* возможные на данном шаге направления. Это означает, что сумма вероятностей выбора каждого из них должна быть равна единице. Далее предполагается, что вероятности выбора направления дальнейшего движения в каждом пункте этого типа не зависят от ранее сделанного выбора. Это позволяет путем перемножения вероятностей вдоль некоторого пути установить вероятность получения определенного результата в конце всей цепочки. Этот вывод позволяет ограничиться рассмотрением простейшей структуры, в которой есть один пункт выбора альтернативы ЛПР и ряд пунктов случайного появления исходов, соответствующих выбранной альтернативе.

Задача состоит в обосновании выбора в этих условиях наиболее предпочтительной в заданном смысле альтернативы. Для полного описания проблемы в этом случае недостаточно только перечня вариантов решений, исходов и их вероятностей. Требуется указать также *ценность* или *полезность* для ЛПР каждого из возможных исходов. Подчеркнем: проблема выбора в условиях неопределенности и порожденного ею риска имеет существенную психологическую составляющую. ЛПР должен сопоставить оценку возможного позитивного результата (говорят, величину выгоды или «выигрыша») с вероятностью этого события, а также размер возможных потерь, если желаемое событие не наступит и результат не будет достигнут.

Выбор в условиях риска возникает в ситуациях, когда существует ненулевая вероятность наступления неблагоприятных для ЛПР исходов.

Сформулируем задачу выбора в условиях риска с учетом сделанных замечаний.

Задано множество альтернатив $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$; с каждой альтернативой связано множество возможных исходов $C(a_i) = \{c_i(1), \dots, c_i(k), \dots, c_i(n_i)\}$, $i = 1, \dots, n$; каждому исходу $c_i(k)$, $k = 1, \dots, n_i$ приписаны значение вероятности его осуществления $p(c_i(k))$ и значение полезности для ЛПР $u(c_i(k))$. Требуется выбрать альтернативу, которая характеризуется максимальным уровнем средневзвешенной ожидаемой полезности.

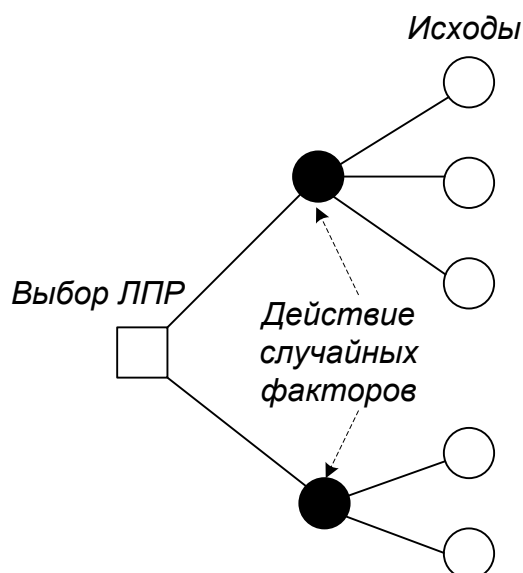


Рис. 11. Схема процесса принятия решения при наличии случайных факторов

Такая модель задачи выбора называется *лотереей*. Она описывает ситуацию выбора, более общую, чем мы рассматривали ранее. Действительно, если принять, что для каждой альтернативы возможен только один исход, тогда его вероятность, очевидно, равна единице, и тогда выбор надлежит делать по максимуму полезности. Лотерея приобрела вполне детерминированную форму, и постановка задачи свелась к выбору в условиях определенности.

Возможен и обратный ход рассуждений. Если в детерминированной задаче допустить возможность для каждой альтернативы получить при ее выборе один из нескольких исходов, придется формулировать правило выбора одного из них. При отсутствии каких-либо контролируемых внешних сил это правило не может быть детерминированным (иначе мы могли бы заменить альтернативу набором других альтернатив по числу указанных исходов), т. е. должно быть по своему смыслу вероятностным. Следовательно, необходимо вводить в рассмотрение вероятности появления исходов и задать на множестве исходов соответствующее *распределение вероятностей*. Но с исходами однозначно связаны оценки их полезности. Поэтому распределение вероятностей можно считать заданным на интервале изменения оценок полезности. Отсюда вывод: альтернативу можно оценить какой-либо характеристикой указанного распределения вероятностей. Теория рекомендует использовать простейшую из них – математическое ожидание, по существу представляющее собой средневзвешенную полезность, вычисленную по множеству исходов, указанных для данной альтернативы:

$$U(a_k) = U_k = \sum_{i=1}^{n_i} p(c_i(k)) \cdot u(c_i(k)) \quad (6)$$

Решением этой задачи логично считать альтернативу, для которой это значение максимально.

Рассмотрим численный пример.

Пример. Исходные данные для модели задачи выбора в виде лотереи представлены в виде *табл. 8*.

Таблица 8. Исходные данные для модели задачи выбора в виде лотереи

Альтернативы a_i	Исходы $c_i(k)$	Оценки вероятности $p(c_i(k))$	Оценки полезности исходов $u(c_i(k))$	Произведение $p \times u$	Средневзв. ожидаемая полезность альтернативы
a_1	$c_1(1)$	0,2	10	2,0	5,3
	$c_1(2)$	0,5	3	1,5	
	$c_1(3)$	0,3	6	1,8	
a_2	$c_2(1)$	0,6	4	2,4	6,4
	$c_2(2)$	0,4	10	4,0	

В этом примере ЛПР должен сделать выбор между двумя альтернативами a_1 и a_2 . Если он выберет вариант a_1 , то получит один из трех заранее известных вариантов последствий (исходов), условно обозначенных как $c_1(1)$, $c_1(2)$, $c_1(3)$. Вероятности исходов известны и в сумме составляют единицу. Это следует из предположения, что один из исходов обязательно наступит, и иных исходов быть не может.

При выборе альтернативы a_2 возможны два варианта последствий: $c_2(1)$ или $c_2(2)$. Их вероятности также заданы и также в сумме составляют единицу.

Примем, что оценку полезности исходов ЛПР произвел по десятибалльной шкале. Расчет полезности альтернатив проведен по формуле (6). В результате расчетов получаем, что значение средневзвешенной ожидаемой полезности для альтернативы a_2 превышает этот показатель для a_1 . Поэтому выбор делаем в пользу альтернативы a_2 . Решение задачи закончено.

В этом примере мы не указывали конкретного содержания возможных исходов. Это содержание определяется условиями и смыслом рассматриваемой задачи. Например, технолог, выбирая параметры протекания технологического процесса, может ожидать различных последствий, таких как повышение производительности оборудования или повышение расхода электроэнергии. Значения этих и подобных показателей и следует трактовать как исходы. Аналогичным образом, при выборе варианта ценовой политики, маркетолог может (или должен) предвидеть различные варианты их возможных последствий. Эти последствия могут быть оценены, например, с помощью показателей величины спроса, доли рынка, объема продаж, уровня конкурентоспособности.

Рассмотрим пример.

Пример. Пусть объект выбора оценивается двумя критериями, причем, $f_1 \rightarrow \max$ и $f_2 \rightarrow \min$. Значения критериев заданы, при этом ЛПР указал оценки полезности для него значений критериев. Выбор должен быть сделан из трех

альтернатив, т.е. $A = \{a, b, c\}$. Параметры альтернатив и результаты расчетов представлены в *табл. 9*.

Таблица 9. Данные для численного примера

Альтернативы	Исходы $(f_1; f_2)$	Вероятности исходов $p_i(k)$	Оценки полезности критериев $(u(f_1); u(f_2))$	Оценки полезности исходов $u(i, k) = (u(f_1) + u(f_2))$	Произведение $p_i(k) \times u(i, k)$	Средневзвешенная ожидаемая полезность альтернативы $u_i = \sum_k p_i(k) \cdot u(i, k)$
<i>a</i>	0,6; 0,2	0,4	0,80; 0,40	1,20	0,48	1,28
	0,7; 0,1	0,5	0,88; 0,50	1,38	0,69	
	0,9; 0,5	0,1	0,95; 0,15	1,1	0,11	
<i>b</i>	0,2; 0,7	0,3	0,35; 0,10	0,45	0,14	1,06
	0,8; 0,2	0,7	0,92; 0,40	1,32	0,92	
<i>c</i>	0,3; 0,5	0,5	0,50; 0,15	0,65	0,33	0,78
	0,6; 0,2	0,2	0,80; 0,40	1,20	0,24	
	0,1; 0,1	0,3	0,20; 0,50	0,70	0,21	

Формулы расчета полезностей исходов и альтернатив приведены в шапке таблицы. Как видим, наибольшее значение средневзвешенной полезности имеет альтернатива *a*. Ее и выбираем в качестве окончательного варианта решения. Рассмотрение примера закончено.

Подчеркнем, что в рассмотренной процедуре, простой в вычислительном отношении, на результат существенное влияние оказывает субъективный фактор, проявляющийся в обосновании состава исходов, определении их вероятностей, оценок полезности, принятии предположения о независимости критериев по предпочтению. Изменение мнения ЛПР в любом из названных вопросов может изменить и окончательный результат.

Существуют и другие способы обоснования решений в условиях неопределенности. Кроме того, в конкретных областях деятельности (например, в банковском деле или в страховании) существуют свои специфические приемы учета и уменьшения рисков. Эти вопросы выходят за пределы данного курса.

Модели коллегиального выбора. Рассматривая вопрос о субъекте выбора, мы ввели термин «лицо, принимающее решение» (ЛПР), и подчеркивали, что под этим термином подразумевают, как конкретного человека («физическое лицо»), так и какой-либо орган, организационную структуру. В первом случае речь может идти об индивидуальном решении. Во втором случае выбор может осуществляться как отдельным должностным лицом, имеющим на это соответствующие полномочия, так и группой лиц. В последнем случае говорят о *коллективном* или *коллегиальном* решении. Выбор решения группой лиц имеет свои особенности и требует разработки соответствующих моделей. Математические основы таких моделей далеко не просты, и мы не будем разбирать их подробно. Ограничимся рассмотрением их сущности на содержательном уровне.

Рассматривая задачи индивидуального выбора, мы отмечали, что субъективная информация, необходимая для выделения в предъявленном множестве альтернатив наиболее предпочтительного с точки зрения ЛПР варианта, предоставлялась единственным лицом. После завершения этапов анализа ситуации выбора, формирования множества альтернатив и их оценок ЛПР должен был выразить свои суждения относительно важности критериев и правил, задающих отношение предпочтительности. Задача теории состояла в конструировании формальных процедур, отражающих индивидуальное представление ЛПР о качестве альтернатив. Мы рассмотрели такие процедуры, как выделение Парето-оптимальных вариантов, оценка коэффициентов важности критериев, применение различных способов свертывания векторного критерия. Можно сказать, что теория предоставила формально обоснованные приемы работы с информацией, полученной от лица, заинтересованного в выборе наиболее подходящего для него решения.

Представим себе теперь иную ситуацию. Пусть при неизменных параметрах задачи (множество альтернатив и критериев их оценки) решение должно быть принято не одним человеком, а группой лиц. Членов этой группы назовем для краткости *участниками*. Каждый из них, вообще говоря, имеет собственный уровень заинтересованности в качестве решения, собственное суждение о важности отдельных критериев и структуре отношения предпочтительности между вариантами. Соответственно, каждый из участников сделает свой индивидуальный выбор. С очевидностью возникает проблема *согласования* суждений отдельных участников. Другими словами, коллективное решение должно в определенном смысле наилучшим образом отражать индивидуальные предпочтения участников.

Можно сказать, что в модели коллективного выбора должны быть *интегрированы* описания процедур индивидуального выбора и правил согласования мнений участников или, другими словами, должна быть построена *коллективная функция предпочтений*. Все правила коллективного выбора сводятся в итоге к различным *схемам голосования*. Некоторые из возможных схем широко известны и распространены на практике. Например, при выборе из двух альтернатив применяют такие правила, как выбор решения по принципам общего согласия (консенсуса, т. е. единогласно), *простого* (более половины голосующих) или *квалифицированного* (более $2/3$, $3/4$ голосующих или иной их доли, превышающей 0,5) большинства голосов. Если альтернатив более двух, возможно применение правила *относительного* большинства, когда выбранной считается альтернатива, получившая большее по сравнению с другими число голосов. Применяются и более сложные и оригинальные процедуры (многоступенчатые выборы президента в США, выборы Папы Римского, выборы в несколько этапов («туров»), выявление победителей в спорте).

Разнообразие схем согласования следует из различий возможных требований к результату выбора и структур отношений между участниками. Рассмотрим для примера несколько возможных задач согласования индивидуальных решений.

Мы уже ранее говорили, что результат может состоять, например, в выборе одного из предъявленных вариантов или в упорядочении их по убыванию предпочтительности. Пусть решение принимается группой из N участников. В первом случае каждый из них, применив собственную индивидуальную модель выбора, выбрал из предъявленного конечного множества в качестве предпочтительного один из вариантов или, образно говоря, отдал за этот вариант свой голос. В другом случае каждый из участников выдвинул собственный вариант упорядочения альтернатив по убыванию предпочтительности. Совокупность таких вариантов упорядочения принято называть *профилем предпочтений в задаче коллективного выбора*. При рассмотрении таких задач профили предпочтений участников считаются заданными, и требуется сформулировать некое правило согласования отраженных в них индивидуальных предпочтений. Некоторые из распространенных на практике правил мы уже упоминали (правила простого или квалифицированного большинства, правило относительного большинства). Как мы говорили, существуют и другие правила коллективного выбора.

Отметим, что *правила согласования должны быть установлены до начала процедуры голосования*. Такие правила составляют *регламент* работы коллективного органа принятия решений. Продуманные регламенты должны исключать неопределенные ситуации в голосовании. Так, например, часто при формировании коллективных органов требуется обязательное включение в их состав нечетного числа участников, чтобы при выборе решения избежать возможного равенства голосов. Разработка *адекватных целям* регламентов принятия коллективных решений в организациях – важная задача менеджмента.

При согласовании вариантов упорядочения конечного множества альтернатив поиск результата группового выбора также может быть сведен к процедуре голосования. Действительно, если число альтернатив конечно и равно n , то максимальное число вариантов их упорядочения равно $n!$. Число реально указанных вариантов упорядочения $n_{реал}$, очевидно, не превышает этого количества: $n_{реал} \leq n!$. Каждый из реально указанных вариантов расположения альтернатив получит какое-то количество голосов участников. Если пользоваться правилом относительного большинства, то результатом группового выбора в этом случае будет вариант упорядочения, получивший наибольшее количество голосов.

Напомним, что функция факториала $n!$ чрезвычайно быстро растет с увеличением n ($5! = 120$; $10! > 3,6 \cdot 10^6$). Поэтому при конечном, но достаточно большом значении n , более удобным может быть правило согласования, использующее для итогового упорядочения такой показатель, как «сумма мест», которые занимают исходные альтернативы в индивидуальных упорядочениях. Приведем пример. Пусть группа из трех участников ($N = 3$) должна упорядочить по предпочтительности четыре альтернативы, обозначенные через a, b, c, d . Участники предложили свои (индивидуальные) варианты упорядочения этих альтернатив по убыванию предпочтительности (*табл. 7*, в которой представлены профили предпочтений участников выбора).

Заметим, что применение правила большинства не выявит лучшую альтернативу: каждая из них получила по одному голосу.

Т а б л и ц а 7. Индивидуальные профили предпочтений участников выбора

Участник	Вариант упорядочения альтернатив
1	<i>c, a, b, d</i>
2	<i>c, d, a, b</i>
3	<i>a, c, b, d</i>

Места, занятые альтернативами в каждом из вариантов упорядочения, и суммы этих мест приведены в *табл. 8*.

Т а б л и ц а 8. Места, занятые альтернативами в индивидуальных профилях

Вариант упорядочения	Место, занятое <i>a</i>	Место, занятое <i>b</i>	Место, занятое <i>c</i>	Место, занятое <i>d</i>
<i>c, a, b, d</i>	2	3	1	4
<i>c, d, a, b</i>	3	4	1	2
<i>a, c, b, d</i>	1	3	2	4
<i>Сумма мест</i>	6	10	4	10
Место в итоговом упорядочении	2	3-4	1	3-4

Итоговое упорядочение имеет вид: *c, a, b, d* или *c, a, d, b*.

Выбор варианта из этих двух должен определяться установленным предварительно регламентом. Например, альтернативы, имеющие одинаковые суммы мест, упорядочиваются по алфавиту. В этом случае групповым результатом будет упорядочение *c, a, b, d*.

Использованное в данном примере правило формирования коллективного предпочтения можно обобщить, например, начисляя альтернативам за занятые в индивидуальных упорядочениях места, определенные количества баллов или очков. При этом, очевидно, если альтернативы упорядочиваются по убыванию предпочтительности, то с увеличением номера места количество начисляемых за него очков не должно возрастать. Если в данном примере очки назначать по правилу: за 4-е место – 0 очков, за 3-е место – 1 очко, за 2-е место – 1 очко и за 1-е место – 2 очка, то результат будет однозначным: *c, a, b, d*. Так поступают, например, при выявлении победителей в некоторых видах спорта.

Приведем еще ряд примеров, поясняющих суть проблемы, которая может возникнуть при коллективном выборе. При этом рассмотрим два подхода, с анализа и «соперничества» которых началось теоретическое исследование различных схем голосования.

Пример 1. Пусть группа состоит из 21 участника (их иногда называют выборщиками или избирателями), которым надлежит выбрать одну из четырех альтернатив (в задачах коллективного выбора их часто называют кандидатами, так как эти задачи по своему содержанию часто относятся к формированию различных представительных и руководящих органов). Предположим, что

индивидуальные предпочтения выявлены и представлены в виде следующего профиля (табл. 9), в котором одинаковые индивидуальные предпочтения объединены в группы с указанием соответствующего числа участников. В верхней строке указано число участников, отдавших свой голос за соответствующий вариант упорядочения альтернатив.

Т а б л и ц а 9. Индивидуальные профили упорядочения альтернатив, объединенные в группы

Место, занятое альтернативой	3	5	7	6
1	<i>a</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
2	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>b</i>
3	<i>c</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
4	<i>d</i>	<i>d</i>	<i>a</i>	<i>a</i>

Данные этой таблицы следует понимать так: из 21 участника группы 3 указали порядок предпочтительности альтернатив $a > b > c > d$ (знак $>$ здесь означает «предпочтительнее»); 5 участников указали порядок $a > c > b > d$, 7 участников – $b > d > c > a$ и 6 участников – $c > b > d > a$.

Воспользуемся правилом относительного большинства, по которому выбирается альтернатива, которую считают лучшей большее число участников. В нашем примере альтернативу *a* считают лучшей 8 участников (3 + 5), альтернативу *b* – 7 участников и альтернативу *c* – 6 участников. Следуя данному правилу, выбираем альтернативу *a*.

Такой выбор внешне представляется вполне логичным и «демократическим». Однако заметим, что выбранный вариант является *наихудшим* для явного большинства участников! Действительно, 13 (из 21) из них поставили альтернативу *a* на последнее место. Заметим также, что 14 участников считает *c* лучше, чем *d*, 11 (5 + 6) участников полагает, что *c* лучше, чем *b*, и 13 (7 + 6) участников считает, что *c* лучше, чем *a*. Таким образом, для большинства участников альтернатива *c* предпочтительнее каждой из остальных! Может быть, следовало выбрать именно эту альтернативу, как в большей степени соответствующую идее демократического выбора?

На самом деле, определений понятий демократичности или справедливости, как мы уже говорили, нет и, видимо, не появится. Поэтому принимают относительные определения, задаваемые с помощью некоторой системы аксиом. Мы их рассматривать не будем и ограничимся только указанием того факта, что если такая система аксиом принята, то можно выяснить, удовлетворяет ей то или иное правило, или нет.

Полученные нами в данном примере два варианта решений явились результатами применения двух принципов, каждый из которых порождает свои наборы правил.

Первый принцип использует информацию о местах, которые занимают альтернативы в индивидуальных упорядочениях, представленных участниками. Каждому месту могут быть присвоены некоторые численные оценки s_i («очки», баллы) так, что эти оценки с увеличением номера места не возрастают. Например, если рассматривается m альтернатив, то оценки мест могут быть такими: $s_1 = (m - 1)$, $s_2 = (m - 2)$, ..., $s_m = 0$. В нашем примере для указанного профиля будем иметь: альтернатива a за занятые в индивидуальных упорядочениях места получает $3 \cdot 3 + 5 \cdot 3 + 7 \cdot 0 + 6 \cdot 0 = 24$ очка; альтернатива b получает $3 \cdot 2 + 5 \cdot 1 + 7 \cdot 3 + 6 \cdot 2 = 44$ очка; альтернатива c получает $3 \cdot 1 + 5 \cdot 2 + 7 \cdot 1 + 6 \cdot 3 = 38$ очков; альтернатива d получает $3 \cdot 0 + 5 \cdot 0 + 7 \cdot 2 + 6 \cdot 1 = 20$ очков. Как видим, в этом случае следует признать лучшей альтернативу b . Заметим, что если за первое место присваивать s_1 очков ($s_1 > 0$), а за любое место, кроме первого, присваивать 0 очков ($s_2 = s_3 = \dots = s_{m-1} = 0$), то получим правило относительного большинства, по которому мы в этом примере ранее выбрали альтернативу a .

Правило, состоящее в назначении альтернативам очков за занятые ими места в индивидуальных предпочтениях, называют правилом *Борда* – по имени французского ученого Жана-Шарля де Борда (1733 - 1799).

Второй принцип использует информацию о результатах парных сравнений альтернатив, представленных в профиле индивидуальных предпочтений. Наиболее предпочтительной считается альтернатива, которая оказалась лучшей каждой из остальных альтернатив при их попарном сравнении по правилу большинства. Мы этим правилом ранее уже воспользовались в нашем примере для иллюстрации относительности представлений о степени демократичности выбора. Но приведем еще один пример.

Пример 2. Пусть группа принятия решения включает 21 участника. Требуется выбрать решение из трех ($m = 3$) предъявленных вариантов. Профиль предпочтений имеет вид, представленный в *табл. 10*:

Т а б л и ц а 10. Профиль предпочтений для примера 2

Место, занятое альтернативой	8	7	6
1	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
2	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>
3	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>

Выполнив попарное сравнение альтернатив, обнаружим:

a лучше, чем *b* по мнению 14 (8 + 6) участников;

b лучше, чем *c* по мнению 15 (8 + 7) участников;

c лучше, чем *a* по мнению 13 (7 + 6) участников.

В этом примере, предпочтения большинства оказались не транзитивными (вспомните, в чем состоит смысл отношения транзитивности), т. е. оказалось, что *a* лучше *b*, *b* лучше *c*, но *c* лучше *a*. Как принято говорить в таких случаях, цепочка предпочтений оказывается замкнутой, имеет место *цикл*. Какое же

решение должно быть принято в этом случае? Использованное нами правило в этом случае ответа не дает.

Действительно, существуют такие профили, для которых правила, основанные на парном сравнении альтернатив по результатам их индивидуальных упорядочений, не позволяют сформировать коллективное предпочтение. Правда, при малых количествах альтернатив и участников группы вероятность появления цикла весьма невелика, но растет с заметной скоростью с увеличением этих параметров, особенно при увеличении числа альтернатив.

Правило, основанное на парном сравнении альтернатив, называют правилом *Кондорсе* – по имени французского математика и общественного деятеля времен Французской революции Мари Жана Антуана Никола де Корита, маркиза де Кондорсе (1743 - 1794). Ситуацию, при которой возникает цикл, и решение по этому правилу не существует, называют *парадоксом Кондорсе*. Отметим, что правило Борда (дополненное правилом упорядочения альтернатив при равенстве очков) всегда приведет к искомому результату. В теории доказана теорема, утверждающая, что существуют такие профили, при которых лучшая по Кондорсе альтернатива не может быть выбрана ни при каком методе подсчета очков. Это означает, что правила Борда и Кондорсе, вообще говоря, выражают разные идеи выбора, и их нельзя свести одно к другому.

Приведенные примеры представлены не только как инструменты коллективного выбора, но и как иллюстрация специфических проблем, возникающих в таких задачах.

В рассмотренной схеме участники предлагали свои варианты решения. Возможны схемы, в которых участники высказывают свои суждения относительно параметров процедуры выбора. Например, они могут высказать свои индивидуальные суждения об относительной важности критериев, о форме функций полезности, о составе и вероятностях возможных исходов при выборе различных альтернатив. В подобных случаях функция согласования мнений участников, реализуемая, например, в виде процедуры усреднения индивидуальных оценок, помещается «внутри» процесса обоснования выбора. После этого окончательный групповой выбор осуществляется по правилам, выработанным для индивидуального принятия решения.

В моделях коллективного выбора могут быть учтены и другие факторы. Так, группа участников процесса выбора может иметь различную структуру. Например, такая группа может состоять из независимых экспертов или же из участников, связанных отношением административного подчинения. В последнем случае «включаются» дополнительные факторы, способные исказить действительные индивидуальные оценки, сделать их зависимыми. Задача может приобрести вид *псевдоколлективного* выбора. Такая ситуация, связанная с деформацией индивидуального мнения участников может возникнуть и по другим причинам, например, под влиянием признанного авторитета отдельных участников. В итоге на выбор начинают существенно влиять не только, и даже не столько формальные свойства альтернатив,

сколько социальные и психологические аспекты взаимодействия участников группы. Эти аспекты изучаются в соответствующих научных дисциплинах, и их знание и понимание имеют большое значение для правильной организации и обеспечения результативной и эффективной работы групп, принимающих решения.

Тема 4. Организационные схемы принятия решений. Социальные и психологические аспекты в деятельности менеджера.

При рассмотрении материала предыдущей темы внимание было уделено общим вопросам и формальному подходу к управлению. Общая логическая схема процесса управления, смысловое содержание функций, модели принятия решений рассматривались вне зависимости от содержания конкретных управленческих задач, от особенностей субъекта и объекта управления. В этом общем характере изложенных подходов и моделей заключено их основное достоинство: возможность применения в любых ситуациях, связанных с целенаправленной деятельностью. Формальный анализ и моделирование неизбежно заставляют упрощать реальные задачи, учитывать лишь основные факторы, поддающиеся формализации. В результате они формируют своего рода «каркас» системы управления или ее элементов, на котором затем размещаются «детали» и вспомогательные функции. Так, например, приняв в рамках принципиальной схемы управления конкретным объектом набор конечных и промежуточных целей, методов прогнозирования, систем плановых и, соответственно, учетных и контролируемых показателей, моделей принятия решений, мы тем самым создаем основу для формирования требований к организационно-техническому, информационному и кадровому обеспечению процесса управления.

Выполнение функций менеджмента происходит в определенной организационной среде и принимает те или иные организационные формы. Ряд вопросов организации управления мы рассмотрели выше (см. пояснения принципов функционального и процессного управления). В дополнение к ним поясним некоторые *практические аспекты подготовки, принятия и реализации управленческих решений*.

Подчеркнем, что ключевой особенностью организационных систем является то, что в них в различных функциональных ролях выступают люди, занимающие различные должности, и связанные установленными в данной системе *административными отношениями*, которые, в первую очередь, указывают схему подчиненности должностных лиц. Такую схему называют *организационной структурой* предприятия. Состав должностей с учетом принятой структуры управления устанавливается руководством предприятия либо регламентируется вышестоящей организацией и отражается в специальном документе – *штатном расписании*. Большое влияние на качество управления оказывает *распределение полномочий* (прав принятия решений)

между уровнями управления и между должностными лицами. В зависимости от степени «концентрации» полномочий различают *централизованное* и *децентрализованное* управление. В первом случае все полномочия по принятию решений сконцентрированы на верхнем уровне управления. В предельном случае («абсолютная централизация») функцию принятия решений выполняет некий руководящий орган или отдельное должностное лицо. По централизованному принципу было организовано управление экономикой нашей страны в социалистический период ее развития. При этом, например, решения об ассортименте и объемах выпуска продукции на каждом предприятии принимались на уровне государственных органов (Госплан, отраслевые министерства). Такой принцип управления в экономической сфере не выдержал испытания временем.

При децентрализованном управлении функция принятия решений разделяется на ряд функциональных задач, которые закрепляются за соответствующими уровнями управления, структурными подразделениями и, в конечном итоге, должностными лицами. Этим субъектам передаются (принято говорить, *делегироваться*) полномочия по принятию соответствующих решений. Соответственно, на них возлагается и ответственность за обеспечение качества принимаемых решений. Вопрос о выборе оптимальной степени централизации (или децентрализации) часто является весьма сложным. Его решение зависит от многих факторов, таких, в частности, как сложность задач управления, особенности организационной среды, последствия принимаемых решений, масштабы приводимых в движение ресурсов, личные качества менеджеров.

В многоуровневой системе неизбежно устанавливается определенный уровень централизации. Для вышестоящих органов управления по отношению к нижестоящим характерными являются функции целеполагания, планирования и контроля. Организационная деятельность на верхних уровнях в значительной степени касается стимулирования и координации работы исполнителей. Ключевой задачей организационной деятельности является формирование рациональной схемы информационных потоков. Инструментом решения этой задачи является *система документооборота* – множество документов, отражающих процессы функционирования предприятия с описанием их содержания, формы, маршрутов их движения, правил использования. Документы могут быть представлены в бумажном и/или электронном виде (*электронный документооборот*). Последняя форма начинает преобладать в практике управления, как на уровне предприятий, так и на государственном уровне.

Деятельность любого предприятия и иного учреждения регламентируется специальным документом – *уставом*, который утверждается органами государственного управления. В уставе отражаются все принципиальные вопросы создания и функционирования предприятия (организационно-правовая форма, владельцы (учредители), направления деятельности, структура и др.). На основе устава разрабатываются документы, регламентирующие частные вопросы деятельности предприятия. Такие

документы часто называют «Положениями» – Положение об отделе качества предприятия, Положение о порядке аттестации персонала и т.п.

Надлежащее документирование деятельности является условием эффективного выполнения всех управленческих функций – планирования, организации, учета, контроля, принятия решений. Это относится как к внутренним процессам предприятия, так и к процессам взаимодействия между различными предприятиями. Документы, отражающие события и факты, являются основой для *формального* контроля деятельности предприятия со стороны различных надзорных органов. Можно заключить, что документирование деятельности играет важную роль в менеджменте. Но следует также сказать, что в некоторых случаях формальный подход, основанный исключительно на контроле документов, может войти в противоречие с существом дела, может тормозить развитие предприятия, сдерживать рост эффективности деятельности. В таких случаях говорят о *бюрократическом* подходе. При употреблении терминов *бюрократ*, *бюрократия*, *бюрократический аппарат*, как правило, имеют в виду негативный смысл этих понятий. Но нужно учитывать, что выполнение формальных требований – необходимое условие обеспечения установленного порядка, организационной дисциплины, устойчивого функционирования предприятия. Проблема состоит в том, чтобы вовремя выявить несоответствие действующего порядка объективным требованиям развития, осознать необходимость его замены и практически реализовать нужные управленческие решения. Бюрократический аппарат по своей сути является носителем *консервативной идеологии* и в определенной степени сдерживает прогрессивные изменения в соответствующей организационной системе. Сила и влияние бюрократического аппарата зависит от многих факторов, таких как политическая ситуация, господствующая идеология, развитие общественных институтов, личная мотивация работников, их моральные и психологические качества. Возникновение бюрократии, закономерности реализации бюрократических подходов, пути преодоления их негативных проявлений на различных уровнях управления рассматриваются в специальных разделах социологии, психологии управления и других общественных наук, на которые опирается менеджмент. В данном курсе мы ограничимся приведенными краткими сведениями об этих подходах.

Рассмотрим ряд других вопросов, решение которых требует от менеджера знакомства с данными социологии и психологии.

В процессе совместной деятельности работники неизбежно вступают в различные по содержанию отношения между собой. Примеры видов отношений: административные (отношения подчиненности), технологические (обусловленные участием в совместном технологическом процессе), информационные (обусловленные различной ролью работников в движении информации в организации), внеслужебные отношения (симпатии и антипатии, дружеские, семейные и родственные связи). Межличностные отношения существенно влияют на результаты и эффективность деятельности коллективов.

Каждый из указанных видов отношений формируется своим набором факторов.

Содержание административных отношений формируется в зависимости от организационной структуры предприятия, распределения обязанностей и полномочий между сотрудниками, принятых корпоративных стандартов. Также они часто зависят от личных качеств руководителей и испытывают влияние внеслужебных отношений.

Содержание технологических отношений зависит от структуры технологического процесса, характера связей между работниками, занятыми на различных стадиях процесса, от степени и формы личной ответственности работников за выполнение своих обязанностей, от уровня организации совместного труда и принципов его оплаты.

Внеслужебные отношения могут иметь различное влияние на деятельность предприятия. Так, к примеру, родственные связи могут иметь решающее значение для успеха семейного предприятия. Но в других случаях они могут быть серьезной помехой в выполнении служебных обязанностей. Не случайно корпоративные стандарты предприятий и учреждений часто не допускают работу в одном подразделении или в подчинении друг другу лиц, связанных родственными или семейными отношениями. Влияние неформализуемых межличностных отношений (дружба, симпатия и антипатия, психологическая совместимость) трудно ограничить, но они должны быть объектом внимания со стороны менеджера.

Совокупность межличностных отношений принято называть «моральным климатом» в коллективе. Негативный моральный климат, характеризующийся высоким уровнем взаимной антипатии, отсутствием уважения друг к другу, наличием взаимных претензий, ведет к снижению производительности труда, ответственности за его результаты, росту текучести кадров, росту заболеваемости. Моральный климат во многом определяется личными характеристиками работников, которые формируются под влиянием национальности, религиозных и политических убеждений, уровня образования и социального положения. Но большое значение имеет и кадровая политика руководства, уровень организации производства, методы и стиль управления.

Кадровая политика представляет собой совокупность принятых руководством предприятия принципов и критериев оценки работников при приеме, реализации программ профессионального и карьерного роста выдвижении и назначении на руководящие должности. *Административные* принципы кадровой политики предполагают решение вопросов, связанных с персоналом, руководством (администрацией) предприятия. *Демократические* принципы предполагают привлечение к решению кадровых вопросов членов трудового коллектива. Такие принципы в основном применяются при выдвижении работников на руководящие должности и реализуются путем проведения выборов. Демократические принципы формирования руководящих органов характерны для структур общественных и политических организаций, некоторых типов государственных предприятий. Находят применение и смешанные подходы. Например, из выдвинутых демократическим путем

кандидатов администрация может по своим критериям исключить ряд лиц и предоставить коллективу возможность выбрать руководителя из претендентов, оставшихся в списке. Выбор принципов формирования кадровой политики требует глубокого понимания области деятельности, специфики взаимоотношений осуществляющих эту деятельность людей. К примеру, административные принципы почти наверняка будут неэффективными при назначении руководителей творческих коллективов, а демократические принципы неприемлемы в армии.

Методы управления принято разделять на следующие виды по способу воздействия на работника-исполнителя.

Административные методы проявляются в ситуациях, когда руководитель использует свои полномочия, закрепленные за ним в соответствии с занимаемой должностью. Воздействие на работника имеет форму приказа (указания, распоряжения, предписания), который тот обязан выполнить в случае, если его содержание соответствует должностной инструкции.

Экономические методы заключаются в формировании условий, при которых работник материально заинтересован в выполнении производственных заданий с учетом ряда требований (например, по количеству, качеству, срокам). Воздействие на работника осуществляется в виде различных экономических стимулов: начисление премии, повышение заработной платы, установление надбавок, предоставление материальных льгот (скидки к цене на продукцию предприятия, ссуды, оплата путевок, льготное питание и т.п.).

Социально-психологические методы предусматривают воздействие на работника в виде позитивного изменения его социального статуса, морального поощрения или наказания, побуждение его к выполнению требуемых действий путем убеждения, апелляции к его сознательности, чувству долга ответственности. Знание психологии личности позволяет менеджеру добиваться достижения своих целей, используя особенности психотипа работника, его текущего психологического состояния. В арсенале психологических приемов менеджера могут быть такие «инструменты» воздействия, как похвала, порицание, намек, комплимент, просьба, совет, индивидуальные и групповые обсуждения.

В практике управления коллективами менеджеры используют все методы в их сочетании, наиболее подходящем для конкретной ситуации. Навыки выбора методов воздействия на работников приобретаются в процессе практической управленческой деятельности.

Тема 5. Основы производственного менеджмента

При изучении менеджмента как особой сферы деятельности удобно выделять в его содержании две составляющие: общую и специальную. Первая

составляющая представляет собой изложение общих принципов управления в организационных системах, т. е. системах, функционирование которых связано с деятельностью людей. Основные вопросы, относящиеся к этой части менеджмента были рассмотрены выше.

Вторая составляющая включает разделы, каждый из которых посвящен управлению тем или иным объектом организационной природы, имеющим определенную специфику и, как следствие, требующим применения специальных методов и форм управления. Примерами таких объектов является промышленное производство, сфера услуг, качество продукции, финансы предприятия, персонал, процессы развития предприятия. Список примеров может быть продолжен. В приведенных примерах объекты определялись путем обозначения конкретной *предметной области*. Так формируются различные функциональные направления в менеджменте: производственный менеджмент, менеджмент качества, менеджмент персонала, финансовый менеджмент и т.д. Возможен и другой подход: специфика процессов управления может быть обозначена указанием временного горизонта. При таком подходе возникают такие направления, как стратегический, тактический, оперативный менеджмент. Важно подчеркнуть, что выделение различных функциональных направлений удобно с методической точки зрения. Но при этом многие направления тесно связаны между собой, часто находятся в отношении «подчинения» или логической связи. К примеру, производственный менеджмент включает вопросы, относящиеся к таким направлениям, как менеджмент качества, менеджмент персонала, инновационный менеджмент, финансовый менеджмент... Для решения управленческих задач долгосрочного, среднесрочного или краткосрочного характера привлекаются методы, соответственно, стратегического, тактического или оперативного менеджмента. При этом, формулируя и решая специфические задачи в конкретной области, всегда следует опираться на общие принципы управления и, в конечном счете, выяснить, какими методами могут быть реализованы общие функции менеджмента (целеполагание, планирование, организация, учет, контроль, анализ, выбор управленческих решений) в рассматриваемом конкретном случае.

Промышленное предприятие представляет собой сложный объект управления. При предельно укрупненном рассмотрении его можно представить в виде *функционального блока*, преобразующего входные ресурсы в готовую продукцию (см. *рис. 13*).



Рис.13. Предприятие как преобразователь ресурсов в готовую продукцию

Формулирование и реализация задач управления процессами преобразования составляет содержание производственного менеджмента. Такой взгляд является слишком общим и требует конкретизации. Более детально рассматривая процессы, происходящие при функционировании предприятия, мы обнаружим большое число взаимосвязанных *контуров управления*:

- управление выпуском продукции,
- управление технологией,
- управление качеством,
- управление затратами ресурсов (материальных, энергетических, трудовых...),
- управление материальными запасами,
- управление персоналом,
- управление финансами

и ряд других контуров, различающихся по объекту управления, структурным и функциональным характеристикам. В каждом из них реализуются все уже известные нам функции управления. Проблемой для менеджмента предприятия является необходимость обеспечить *согласованное функционирование* всех контуров управления, образующих сложную, *многосвязную* систему. Напомним, что свойство многосвязности системы проявляется в том, что, воздействуя на управляемую величину для улучшения ее значений в рамках некоторого контура, мы, в силу его связи с другими контурами, одновременно воздействуем и на другие величины, которые могут при этом изменяться и в нежелательном направлении. Например, управляя производительностью труда и устанавливая для достижения цели новое технологическое оборудование, мы можем получить ухудшение таких показателей как затраты электроэнергии, производственных площадей, обеспеченность кадрами нужной квалификации. Подробно задачи производственного менеджмента рассматриваются в специальных руководствах. В данном учебном пособии остановимся лишь на некоторых вопросах и приведем примеры характерных задач.

Выделим в структуре предприятия ряд функций, содержание которых предопределяется его профилем, т. е. видом выпускаемой продукции. Это следующие функции:

- обеспечение ресурсами,
- изготовление продукции,
- продажи (сбыт, отгрузка) продукции.

Функции реализуются соответствующими структурными подразделениями предприятия (службами, отделами, цехами).

Связи между этими функциями и внешней средой предприятия представлены на *рис. 14*. Выделим для определенности лишь один вид ресурсов – материальные, в том числе, сырьевые, ресурсы. Стрелки на схеме показывают направление движения *материального потока*: сырье и материалы поступают от поставщиков ресурсов и аккумулируются на соответствующих складах, далее, партии сырья и материалов передаются в производственные подразделения, где, проходя последовательные стадии обработки, преобразуются в полуфабрикаты (промежуточные продукты) и, в результате прохождения всех стадий, предусмотренных технологией, в конечные продукты. Готовая продукция аккумулируется на складах и затем распределяется между покупателями в соответствии с заключенными контрактами на поставку.

Вопросы формирования и управления потоками ресурсов занимается наука, называемая *логистикой*. Основными операциями, которые приходится выполнять при движении ресурсов, являются операции *транспортировки* и *хранения* (накопления, аккумулирования). Этим операциям всегда сопутствуют *информационные* операции (учет, регистрация). Совокупность подразделений, реализующих указанные функции, образуют *производственно-логистическую систему* предприятия. Производственно-логистическая система представляет собой *функциональное ядро* предприятия: остальные функциональные системы дополняют ее и часто имеют по отношению к ней обеспечивающий характер.

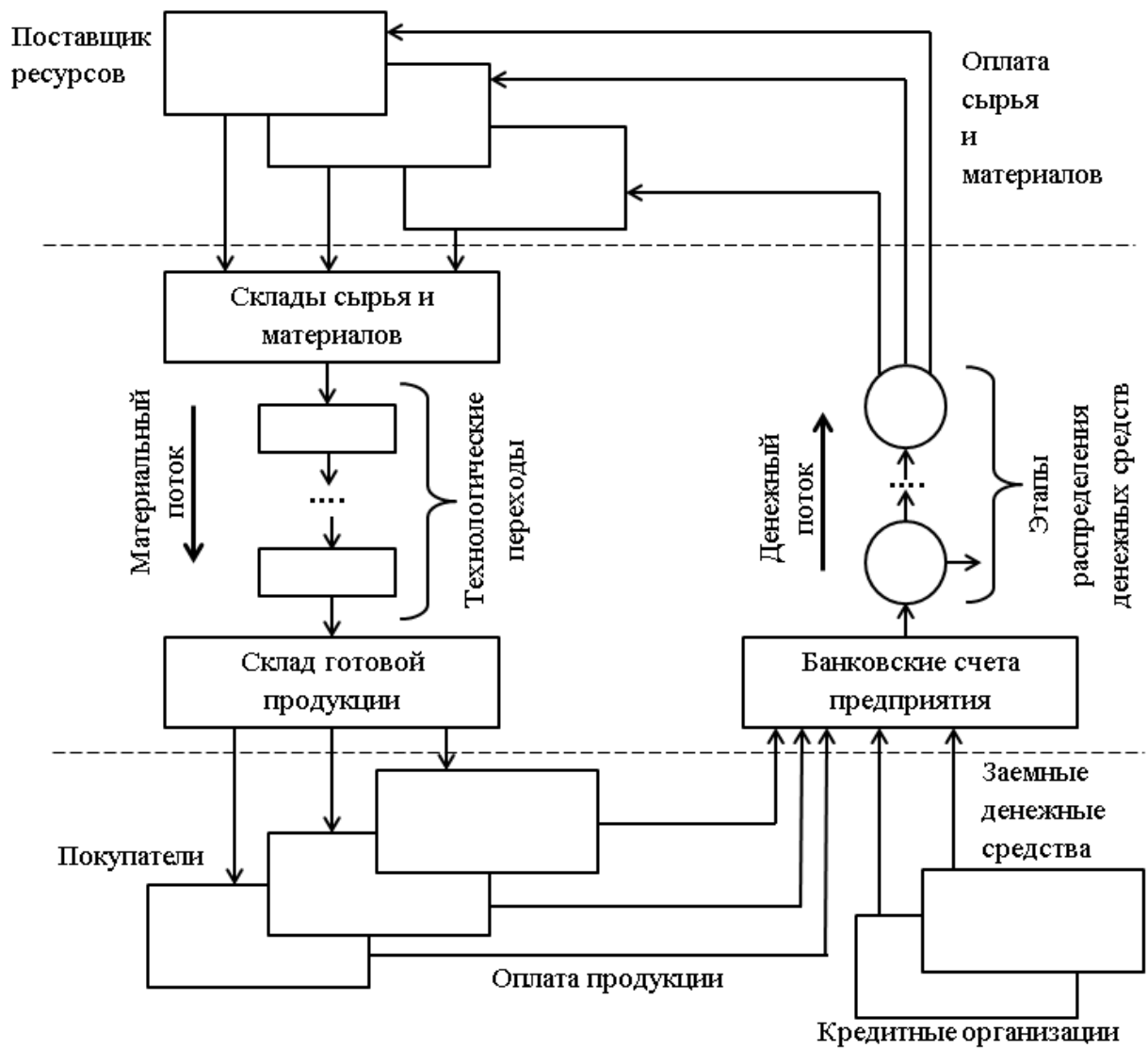


Рис. 14. Направления материального и денежного потоков в процессе функционирования предприятия

Первую группу вопросов, решение которых входит в обязанности менеджмента предприятия, составляют вопросы *обеспечения непрерывности* материального потока. Главным условием решения этой задачи является возможность оплаты предприятием необходимых ресурсов, в том числе, исходного сырья и материалов. Источниками денежных средств являются платежи покупателей готовой продукции, кредиты банков и, возможно, другие источники (субсидии, доходы от неосновной деятельности и пр.). Входной денежный поток распределяется по различным направлениям: налоговые платежи, платежи по кредитам, оплата услуг различного рода (научные исследования, юридические услуги и пр.), формирование фондов технологического и социально-экономического развития, закупки ресурсов различных видов, в том числе оплата сырья и материалов для предстоящих циклов производства и сбыта продукции (см. *рис. 14*). Вопросы *обеспечения непрерывности* денежного потока составляют вторую важную группу

вопросов, решаемых менеджментом предприятия. Таким образом, можно заключить, что важнейшей задачей менеджмента промышленного предприятия является обеспечение непрерывности движения взаимосвязанных материальных и денежного потоков.

Отметим, что требование непрерывности потоков дополняется требованием *экономической эффективности* деятельности. Напомним, что это означает обеспечение превышение доходов над расходами. Другими словами, объем получаемых от реализации продукции денежных средств должен превышать затраты на оплату ресурсов и прочие нужды, т. е. деятельность предприятия должна быть прибыльной.

Это требование можно трактовать как конечную цель менеджмента предприятия. Для достижения этой цели можно, пользуясь методикой построения «дерева целей» (см. выше, тема 2), построить многоуровневую систему частных целей, которая даст основу для определения состава функциональных задач и формирования организационной структуры управления.

Приведем для примера фрагмент возможной многоуровневой системы функциональных задач менеджмента промышленного предприятия.

Основная задача (нулевой уровень). Обеспечить непрерывность движения взаимосвязанных материальных и денежного потоков при заданной экономической эффективности деятельности предприятия.

Задачи 1-го, 2-го и 3-го уровней

1. Обеспечить непрерывность движения материальных потоков.

1.1. Разработать план продаж на заданный период времени.

Организовать выполнение плана.

1.1.1. Установить величину и динамику спроса на продукцию.

1.1.2. Разработать план мероприятий по продвижению продукции на рынок. Организовать выполнение плана.

1.1.3. Оценить величину складских запасов готовой продукции.

1.1.4. Оценить производственный потенциал предприятия.

1.1.5. Заключить контракты на поставку продукции.

1.1.6. Разработать календарный план продаж по позициям товарного ассортимента. Организовать выполнение плана.

1.1.7. Организовать контроль выполнения планов продаж и принятие оперативных решений для устранения отклонений. Разработать механизм разрешения конфликтных ситуаций в отношениях с покупателями.

1.2. Разработать план производства на заданный период времени.

Организовать выполнение плана.

1.2.1. Оценить величину незавершенного производства (количество полуфабрикатов, находящихся на разных промежуточных стадиях производства (в процессе обработки на рабочих местах, в межоперационных запасах)).

1.2.2. Оценить состояние технологических ресурсов предприятия (технологическое оборудование, инфраструктура (системы энергоснабжения, обеспечения ресурсами, необходимыми для производственных процессов)).

1.2.3. Разработать план мероприятий по обеспечению

- работоспособности технологического оборудования (работы по регулярному техническому обслуживанию, проведению плановых профилактических и ремонтных работ (текущий, средний, капитальный виды ремонта)). Организовать выполнение плана.
- 1.2.4. Разработать нормативы загрузки и производительности оборудования.
 - 1.2.5. Оценить ожидаемую величину брака и разработать мероприятия по обеспечению качества продукции.
 - 1.2.6. Разработать календарный план производства продукции по позициям ассортимента. Организовать выполнение плана.
 - 1.2.7. Оценить потребности в производственных мощностях различных видов оборудования по календарным периодам.
 - 1.2.8. Разработать план мероприятий по обеспечению соответствия требуемой и фактической величины производственных мощностей. Организовать выполнение плана.
 - 1.2.9. Оценить потребности в сырьевых, материальных и иных видах ресурсов.
 - 1.2.10. Организовать контроль выполнения планов производства и принятие оперативных решений для устранения отклонений.
- 1.3. Разработать план обеспечения материальными ресурсами на заданный период времени. Организовать выполнение плана.
- 1.3.1. Оценить величины складских запасов и реальных потребностей по позициям номенклатуры сырья и материалов по календарным периодам.
 - 1.3.2. Разработать план закупок сырья и материалов. Организовать выполнение плана.
 - 1.3.3. Выбрать поставщиков ресурсов и заключить контракты на поставку.
 - 1.3.4. Организовать контроль качества поступающих материалов и разработать механизм разрешения конфликтных ситуаций в отношениях с поставщиками.
 - 1.3.4. Организовать контроль выполнения планов закупок и принятие оперативных решений для устранения отклонений.
2. Обеспечить непрерывность движения денежных потоков
- 2.1. Разработать и реализовать ценовую политику предприятия.
 - 2.1.1. Определить минимальный и максимальный уровень начальных цен на новую продукцию.
 - 2.1.2. Разработать программы изменения цен в зависимости от экономических условий и конъюнктуры рынка.
 - 2.1.3. Разработать и реализовать мероприятия по стимулированию продаж.
 - 2.2. Разработать и реализовать программы повышения доходов (увеличения объема поступающих денежных средств) и сокращения затрат.
 - 2.2.1. Разработать программы взаимодействия с покупателями, направленные на сокращение дебиторской задолженности (стоимость неоплаченной покупателем продукции, отгруженной предприятием-поставщиком).
 - 2.2.2. Определение потребности в кредитных ресурсах. Заключение договоров

с банками на предоставление кредитов.
2.2.3. Разработать и реализовать программы сокращения затрат.

- 2.3. Разработать и реализовать программы оптимального распределения денежных средств по направлениям деятельности.
- 2.3.1. Разработать и реализовать программы обслуживания кредитов (графики платежей по кредитам).
 - 2.3.2. Разработать и реализовать программы налоговых платежей.
 - 2.3.3. Разработать и реализовать планы финансового обеспечения различных направлений деятельности.

Приведенный перечень задач не исчерпывает содержания деятельности менеджмента предприятия. На конкретном предприятии в зависимости от его профиля, масштабов, типа производства (единичное, серийное, массовое) состав задач может быть иным. Нужно также учесть, что задачи каждого уровня в соответствии с идеологией построения дерева целей могут быть детализированы вплоть до конкретных заданий, за которые отвечают менеджеры низшего звена. Подробнее задачи производственного менеджмента, часто имеющие отраслевую специфику, изучаются в специальном курсе «Организация и планирование производства».

Здесь остановимся на таком важном вопросе, как информационное обеспечение управленческой деятельности, который редко рассматривается в руководствах и пособиях по менеджменту, но приобретает первостепенное значение в современных условиях расширяющегося применения компьютерных технологий.

Любая задача, в том числе задача в области управления предприятием, предполагает описание двух составляющих: исходных данных и алгоритма решения. Объем исходных данных должен быть достаточным для поиска решения, удовлетворяющего поставленным требованиям. Кроме того, данные должны быть организованы так, чтобы была возможность использовать их при решении различных функциональных задач. Это достигается путем создания *единого информационного пространства* или *единой базы данных* предприятия или группы предприятий, участвующих в совместной производственной деятельности.

Остановимся на функциональном аспекте классификации и описания данных, используемых в процессе управления производством. Все данные разделим на две группы по признаку их относительной стабильности: *основные* и *оперативные*. В группу основных данных включим описания трех видов объектов:

- объекты, выступающие в качестве предметов закупок, изготовления или продажи (назовем их для краткости «компоненты», а совокупность их описаний – *базой компонент*);

- объекты, определяющие производственные возможности (потенциал) предприятия (подразделения, входящие в производственную структуру, рабочие места, режимы их работы). Совокупность описаний этих объектов назовем *базой подразделений*;

- объекты, составляющие элементы технологии (технологические операции и процессы). Совокупность описаний этих объектов назовем *базой технологий*.

Все эти объекты являются относительно стабильными, т.е., хотя и изменяются, но относительно редко, и в пределах производственного цикла изготовления изделий их можно считать постоянными величинами. Описания трех указанных видов объектов в совокупности дают, в определенном смысле, «статическую» характеристику предприятия в текущий момент времени. Эти описания указывают, соответственно, *что* является предметом труда, *кто* выполняет производственные операции и *каким способом* (по какой технологии) выполняются эти операции.

Рассмотрим три составляющие части основных данных подробнее.

База компонент. К компонентам могут быть отнесены такие объекты, как готовая продукция (все ее виды, подвиды, типоразмеры, артикулы), узлы, детали, материалы. Все они являются объектами учета, имеют свои идентификационные номера. При этом каждый из них может выступать в роли объекта разработки, планирования, транспортировки, хранения, контроля качества и других функциональных действий. Для выполнения каждого из них требуются свои данные об объекте или свои *атрибуты*, входящие в *запись*, соответствующую этому объекту. Атрибуты, необходимые для выполнения конкретной функции (например, планирования производства или закупок, контроля качества, хранения) могут быть собраны в специальную форму (стандартный запрос). Совокупность таких форм, разработанных для всех функциональных действий, дает *многофункциональное параметрическое описание компонент*. С помощью множества атрибутов, входящих в эти формы, отражаются почти все необходимые для управления свойства каждой из компонент. Исключение составляет такое важное свойство, как *структура* компоненты. Структура – это набор элементов, из которых состоит сложная (составная) компонента (вид готовой продукции, узел), и связей между ними.

Документ, описывающий структуру компоненты, называют его *спецификацией*. Спецификации изделий формируются на стадии конструирования изделий и являются исключительно важными документами, дающими исходную информацию для решения многих управленческих задач (разработки технологии, планирования закупок и производства, расчета потребностей в производственных мощностях и других). Спецификации могут содержать несколько уровней. Например, сложное изделие может состоять из нескольких крупных узлов, каждый из них, в свою очередь, из множества других, менее крупных, узлов и так далее до уровня отдельных деталей, рассматриваемых как неделимые компоненты изделия.

Многофункциональные параметрические описания и спецификации в совокупности дают полное описание компоненты. Отметим, что количество компонент может достигать больших величин – до десятков и более тысяч единиц, и работа по вводу данных в систему является весьма трудоемкой и требует разработки специальных процедур, например, копирования уже готовых записей с последующей коррекцией отдельных полей.

База подразделений. Эта база содержит данные о структурных подразделениях предприятия (производствах, службах, цехах, участках, рабочих местах) и временных режимах (графиках) их работы, которые принято называть *производственными календарями*. Подразделения предприятия связаны отношениями административного подчинения и образуют, как правило, иерархическую структуру. В описании последовательно указываются наименование (код) подразделения и все входящие в него подразделения нижнего уровня. С помощью подходящей системы кодирования (например, при использовании *позиционного* кода, в котором выделяются группы позиций, кодирующие определенные свойства объекта) можно однозначно идентифицировать каждое подразделение, вплоть до конкретного рабочего места. Для представления описания в памяти системы формируется запись, содержащая необходимый набор атрибутов, позволяющий выполнять заданный набор функциональных действий в процессах управления подразделениями. В частности, при описании рабочих мест могут быть использованы атрибуты, отражающие следующие характеристики: наименование, код, территориальное расположение, оснащение (оборудование, инструменты), обслуживающий персонал (количество рабочих, их профессиональный состав, квалификационные разряды), нормативные данные (нормы выработки, нормы обслуживания, нормы расхода ресурсов, графики ремонтов и т.п.), особые требования. В самостоятельные базы могут быть выделены базы (каталоги) оборудования, инструмента, персонала. Обращение к данным производится с помощью форм (стандартных запросов), установленных в системе для функциональных действий аналогично тому, как выполняются запросы к базе компонент.

Производственные календари подробно описывают порядок работы каждого рабочего места в течение заданного интервала времени, чаще всего календарного года. В них указываются: рабочие дни, начало и окончание рабочих смен, начало и окончание плановых перерывов. Использование таких календарей позволяет повысить уровень организации производственного процесса, улучшить показатели производительности подразделений за счет согласованности их работы, расширить возможности объективного контроля использования рабочего времени. Для примера укажем производственный календарь общего пользования, ежегодно устанавливаемый правительством и действующий для большинства работников. В таком календаре указываются рабочие и выходные дни. Для многих предприятий и категорий работников устанавливаются специальные календари, отражающие специфику деятельности, но, конечно, соответствующие законодательству в части норм загрузки работников.

База технологий. Решение любой задачи, в том числе, производственной, предполагает использование соответствующей *технологии*. Технология всегда представляет собой некоторую упорядоченную последовательность действий или *операций*. При выполнении операции осуществляется *преобразование* ресурсов, поступающих на ее вход, в заданный продукт на выходе. Характер преобразования (содержание операции) может быть различным. Операция

может состоять в физическом, механическом, химическом преобразовании материалов, перемещении предметов, документировании действий. Соответственно, выделяют следующие виды операций:

- *технологические* или физические (в широком значении этого термина) операции, связанные с изменением размеров или свойств входных ресурсов;
- *логистические* операции, связанные с преобразованиями материальных потоков (транспортировка, складирование, комплектация партий продуктов);
- *информационные* операции, связанные с преобразованием информационных потоков (планирование, учет, контроль, анализ, принятие управленческих решений; операции технического характера – архивирование данных, поиск, регистрация и т.п.);

В отдельную группу можно выделить *финансовые* операции, связанные с преобразованием потоков особого ресурса – денежных средств (учет и движение денежных средств по счетам, которое чаще всего имеет вид движения *информации* о денежных средствах, т.е., по существу, являются информационными).

Описание технологий, используемых на предприятии, начинают с описания всех видов операций, которые сводят в *каталог операций* – особую базу, в которой каждой операции соответствует запись, включающая набор нужных атрибутов. Например, для описания технологической операции крашения текстильного материала может быть предусмотрен набор атрибутов: наименование красителя, концентрация красителя в красильном растворе, температура раствора, длительность процесса и, возможно, другие. Каталог удобно разделить на подкаталоги с учетом вида операций.

Технология или *технологический процесс* изготовления продукта – это упорядоченная последовательность операций всех видов. При наличии описаний операций, зафиксированных в каталоге, описание процесса сводится к указанию их последовательности и конкретных технологических режимов (параметров преобразования). Например, для операции крашения определенной партии трикотажного полотна следует указать конкретные значения нужных для этой операции атрибутов. Отметим, что для изготовления одного и того же продукта в некоторых случаях могут быть сформированы различные технологические процессы, что повышает гибкость производственного процесса, его устойчивость к различным сбоям (отказы, аварии, невыходы рабочих и пр.). Обычно в этом случае выделяют основной процесс и резервные процессы, используемые при исключительных обстоятельствах.

Каждая операция может быть выполнена, в общем случае, на одном из взаимозаменяемых рабочих мест (напомним, что каждое из них однозначно устанавливается по его коду и имеет описание в базе подразделений). Перечень этих мест указывается в записи, соответствующей данной операции, с помощью ряда атрибутов.

Технологический маршрут – это последовательность рабочих мест, через которые должны пройти материалы и промежуточные продукты в процессе их преобразования в конечный продукт конкретного вида. При этом если имеются

взаимозаменяемые рабочие места, возможно для одного процесса указать несколько маршрутов, среди которых обычно выделяют основной, а остальные считаются резервными.

Операции, процессы и маршруты дают в совокупности полное описание способов производства изделий и служат основой для рациональной организации производственного процесса и оперативного управления им.

Завершая характеристику основных видов данных, отметим, что все указанные базы связаны между собой с помощью отношения, которое назовем *соответствием*. Это отношение устанавливается между записями различных баз (компонент, производственных подразделений, технологий). На *рис. 15* приведена схема связей, отражающих отношения соответствия между записями в различных базах и каталогах, рассмотренных выше. Наличие стрелки между базами, означает, что элементу одной из них *соответствует* другой. Так, в частности, каждой компоненте, изготавливаемой предприятием, соответствует свой технологический процесс, а каждой сложной (составной) компоненте, кроме того и своя спецификация; в базе подразделений рабочему месту – вид оборудования, которым оно оснащено (это могут быть одна или несколько позиций); виду оборудования ставится в соответствие множество технологических операций. Даже если между базами нет непосредственных связей, они могут быть установлены опосредованно, через другие базы. Например, компонента может быть поставлена в соответствие рабочему месту по цепочке связей: *компонента* → *технологический процесс* → *технологическая операция* → *оборудование* → *рабочее место*.

К группе *оперативных* данных отнесем данные, которые изменяются в ходе производственного процесса. Это объемы договоров на поставку продукции, объемы текущих запасов материалов и продукции на складах, текущие состояния выполняемых производственных заказов, цены на используемые ресурсы. Если основные данные описывают предприятие в статическом режиме, то оперативные данные позволяют получить представление о *динамике* производственных процессов.

Обратим внимание на исключительную важность информационного обеспечения процессов управления. Изложенные методы классификации и описания данных являются типовыми и используются во всех современных информационных системах производственного назначения.

Краткий обзор вопросов производственного менеджмента завершим рассмотрением нескольких задач, характерных для многих производств непрерывно-дискретного и дискретного типов. Эти задачи относятся к области календарного планирования работ в технологических комплексах предприятий различных отраслей.

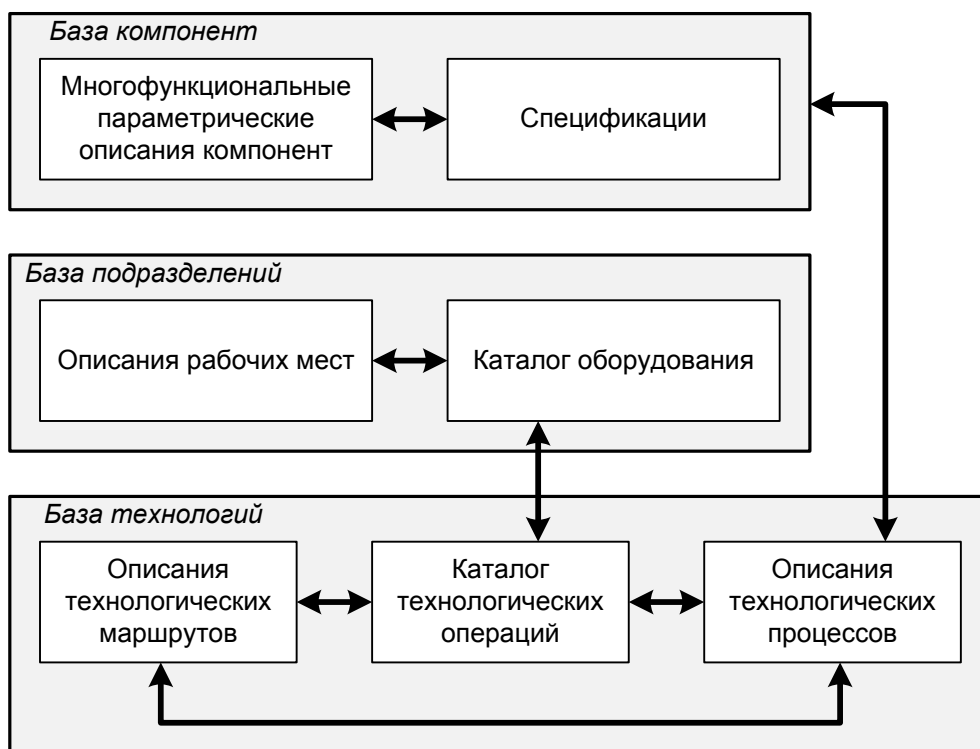


Рис. 15. Базы основных данных и связи между ними

Технологический комплекс представляет собой совокупность машин и аппаратов, выполняющих определенные технологические операции и связанных между собой в соответствии с логикой выполнения работ. Каждая машина (станок, аппарат, установка) выполняет определенный набор операций. Работа, как учетная единица, представляет собой задание на выполнение последовательности операций над соответствующим объектом (*предметом труда*) (деталью, узлом, партией деталей, партией ткани или других материалов). Выполнение работы состоит в последовательном перемещении предмета труда по машинам технологического комплекса, т. е. в его движении по установленному технологическому маршруту. В технологических комплексах современных дискретных (машино- и приборостроение, швейные, обувные предприятия) и непрерывно-дискретных (красильно-отделочные и иные производства, связанные с химической обработкой материалов и изделий) производств характерным является одновременное выполнение значительного количества работ. Для обеспечения эффективности производства на уровне оперативного менеджмента формируются календарные планы выполнения работ.

Календарный план представляет собой документ, содержащий информацию о том, какая работа выполняется на каждой машине в каждый момент времени в заданном плановом периоде. Календарный план можно назвать производственным расписанием, разновидностью которого является расписание учебных занятий, знакомое каждому студенту.

Календарный план, как и любой план целенаправленной деятельности, представляет собой результат решения задачи выбора наиболее предпочтительного варианта среди множества возможных. Разнообразие ситуаций, в которых осуществляется выбор, чрезвычайно велико и зависит от условий протекания процессов, наличия различных организационных требований и ограничений. Примеры таких требований: партии деталей можно (или нельзя) делить на части; при смене работ требуется (не требуется) выполнить операции перенастройки машины; операции можно (нельзя) прерывать и т. д. каждое подобное условие меняет постановку задачи и требует применения иной модели (формального описания). Заметим, что в сложных многономенклатурных производствах и при значительном разнообразии технологических маршрутов задачи формирования оптимальных или близких к ним, «рациональных», календарных планов оказывается весьма трудной. Чаще всего в задачах календарного планирования применить формально обоснованные (математические) методы оказывается невозможным из-за технических трудностей (например, вследствие большой размерности задачи и жестких ограничений на время поиска решения). Поэтому в календарном планировании наибольшее распространение получили так называемые *эвристические* методы формирования рациональных планов. Название этой группы методов происходит от слова «эврика» – нашел (по легенде, Архимед поняв закон возникновения силы, выталкивающей тело из воды, бежал по улице в древних Афинах и кричал «Эврика!»). Эвристические методы не имеют формального обоснования и реализуют интуитивные представления лица, принимающего решение (ЛПР), о правилах, следуя которым можно получить в конкретной задаче, если не оптимальное, то вполне приемлемое для производственных условий решение. Правила, используемые для поиска решений, принято называть *эвристиками*. «Изобретение» эвристики может быть организовано, по крайней мере, двумя способами. Первый способ – чисто интуитивный: ЛПР опирается на свои знания, интуицию, опыт решения аналогичных задач. Второй способ предполагает проведение исследований соответствующего класса задач, в том числе формальными и статистическими методами, с целью выявления внутренних закономерностей, из которых в благоприятных случаях удастся «вывести» эффективные эвристические правила. Этот второй подход принято называть *регулярной* или *систематической эвристикой*.

В данном пособии мы рассмотрим некоторые эвристические правила на примере ряда задач, относительно несложных, но важных для понимания ситуаций принятия управленческих решений в производственных условиях.

Предварительно рассмотрим основные характерные параметры задач теории производственных расписаний или, что то же самое, календарного планирования и, одновременно введем для них обозначения.

Практически во всех типах задач фигурируют следующие элементы:

- множество работ (обозначим его через N , $N = \{1, 2, \dots, j, \dots, n\}$), которые надлежит выполнить, и каждая из которых включает определенный набор операций;

- множество машин (или, в общем случае, исполнителей, выполняющих закрепленные за каждым из них операции), обозначенное через M , $M = \{1, 2, \dots, i, \dots, m\}$;

- длительности операций работ (обозначим их через τ_{ij} с индексами, указывающими номер работы (j) и номер операции (i));

- длительности настройки машин при смене выполняемых работ (обозначим их через θ_{kj}^i с индексами, указывающими номер машины (i) и номера предшествующей (k) и последующей (j) работ);

- плановые (директивные) сроки окончания работ (обозначим их через d_j , $j = 1, \dots, n$);

- время ожидания j -й работой начала ее выполнения на i -й машине (обозначим через z_{ij} , $i = 1, \dots, m$; $j = 1, \dots, n$).

Здесь приведены лишь некоторые параметры постановок задач календарного планирования производства. В конкретных постановках состав параметров может быть, как сокращен, так и расширен.

Целевые (оптимизируемые) показатели могут отражать требования, как к использованию машин (например, минимизировать суммарную величину их простоев), так и к условиям выполнения работ (например, минимизировать длительность производственного цикла, т.е. общее время выполнения работ, или суммарное отклонение от плановых сроков окончания работ). В качестве организационных решений в задачах этой группы часто выступают варианты распределения работ по машинам или варианты очередности выполнения работ.

Разнообразие организационных условий и особенностей функционирования технологических комплексов в различных производствах исключительно велико. Соответственно, велико и число возможных задач, которые могут быть поставлены с целью повышения эффективности производства. Мы рассмотрим лишь несколько примеров, характерных для дискретного и непрерывно-дискретного типов производств.

Вернемся к рассмотрению организационно-технологического комплекса, состоящего из единственной машины (для удобства присвоим такому комплексу номер l), и приведем несколько возможных задач оптимизации его работы.

Задача I-1. К выполнению на машине подготовлены n работ (можно считать, что каждая работа состоит из единственной технологической операции). Известны длительности операций τ_j , $j = 1, 2, \dots, n$. Организационные условия: операции всех работ *непрерывны* (т.е. их нельзя приостановить на какое-то время. Пример – операция крашения материалов), *при смене работ перенастраивать машину не требуется*. Требуется установить очередность выполнения работ, при которой среднее время w_{cp} пребывания работы в пределах данного комплекса минимально.

Поясним данный критерий оптимальности. Прежде всего, заметим, что требовать минимизации общего времени выполнения всех работ при заданных организационных условиях не имеет смысла, так как, очевидно, это время будет одинаковым при любой очередности выполнения работ. Принятый в

задаче критерий, как мы далее убедимся, зависит от этой очередности. Смысл его в том, что он косвенно влияет на среднюю величину незавершенного производства и далее по цепочке зависимостей на такой важный экономический показатель, как эффективность использования оборотных средств.

Время пребывания j -й работы в пределах комплекса (обозначим его через w_j) складывается из двух составляющих: времени ожидания этой работой начала выполнения (обозначим это время через z_j), очевидно, зависящего от принятой очередности, и времени операции τ_j , которое фиксировано в исходных данных и от очередности не зависит. Таким образом,

$$w_j = z_j + \tau_j, j = 1, 2, \dots, n. \quad (7)$$

Среднее время пребывания работы равно (во всех суммах j последовательно изменяется от 1 до n)

$$w_{cp} = (\sum w_j) / n = (\sum(z_j + \tau_j)) / n = (\sum z_j) / n + (\sum \tau_j) / n. \quad (8)$$

Поскольку первое слагаемое зависит от очередности выполнения работ, то и величина w_{cp} также зависит от этого фактора. По существу, задача состоит в поиске варианта очередности, при котором среднее время ожидания имеет минимальное значение. Решение этой задачи находится достаточно просто. Доказано, что среднее время пребывания работы в данном комплексе будет минимальным, если работы выполнять в порядке возрастания их длительностей. Порядок запуска работ с одинаковой длительностью, очевидно, безразличен. Алгоритм такого упорядочения называют *SPT*- алгоритмом (от английского словосочетания *Shortest – processing – time sequencing*).

Приведем пример. Пусть на технологической машине надлежит выполнить пять работ ($n=5$). Все работы готовы к запуску на выполнение. Длительности операций этих работ (в условных единицах времени, например, в минутах, часах, тактах) заданы в *табл.10*.

Таблица 10 – Длительности операций работ

Номер работы	1	2	3	4	5
Длительность операции, усл.ед.	12	20	10	25	8

Требуется установить порядок запуска работ, при котором среднее время пребывания работы в пределах данного комплекса минимально.

Для иллюстрации зависимости этого критерия от очередности выполнения работ сравним два варианта очередности запуска работ. В первом варианте

примем порядок их запуска произвольным, например, по возрастанию номеров, т. е. пусть $r_{\text{произв}} = \langle 1, 2, 3, 4, 5 \rangle$. Рассчитаем время пребывания каждой работы:

$$w_1 = 0 + 12 = 12;$$

$$w_2 = 12 + 20 = 32;$$

$$w_3 = 32 + 10 = 42;$$

$$w_4 = 42 + 25 = 67;$$

$$w_5 = 67 + 8 = 75.$$

Правило расчета по формуле (7) представляется понятным: первая (по номеру и, в данном случае, по очереди) работа запускается на выполнение сразу, ее время ожидания равно 0. После завершения операции длительностью 12 усл. ед. времени первая работа покидает данный комплекс (например, передается на склад или на дальнейшую обработку в другой цех). Вторая по очереди работа ожидает начала выполнения в течение 12 усл. ед. времени (пока не завершится выполнение первой по очереди работы) и затем выполняется 20 усл. ед. времени. Расчет времени пребывания остальных работ последовательно выполняется аналогичным образом.

Среднее время пребывания работы при принятом порядке их запуска на выполнение равно

$$w_{cp} = (12 + 32 + 42 + 67 + 75) / 5 = 228 / 5 = 45,6 \text{ усл. ед. времени.}$$

Рассмотрим второй вариант очередности запуска, который установим по *SPT*-алгоритму. Для этого упорядочим работы так, чтобы их длительности не убывали (в данном случае, поскольку все длительности различны, они будут возрастать). Получим такую очередность: $r_{opt} = \langle 5, 3, 1, 2, 4 \rangle$. Длительности пребывания в этом случае будут иметь следующие значения:

$$w_5 = 0 + 8 = 8;$$

$$w_3 = 8 + 10 = 18;$$

$$w_1 = 18 + 12 = 30;$$

$$w_2 = 30 + 20 = 52;$$

$$w_4 = 52 + 25 = 75.$$

Среднее время пребывания работы в пределах данного комплекса при таком порядке выполнения работ будет равным

$$w_{cp} = (8 + 18 + 30 + 52 + 75) / 5 = 183 / 5 = 36,6 \text{ усл. ед. времени.}$$

Как видим, значение критерия заметно уменьшилось, и можно утверждать, что эта величина является минимальной из всех возможных вариантов очередности выполнения работ (напомним, что число таких вариантов равно числу перестановок n номеров работ, т.е. равно $n! = 1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot n$, в нашем примере $5! = 120$).

Рассмотрим более сложный вариант задачи выполнения работ комплексом, состоящим из одной технологической машины.

Задача 1-2. Пусть, как и в предыдущем случае, к выполнению подготовлены n работ. Длительности операций также известны. Но

организационные условия несколько иные: при смене выполняемых на машине работ требуется ее *перенастройка*, связанная с затратой ресурсов, в частности, времени. В общем случае, эти затраты зависят от вида обеих сменяющих друг друга работ – предыдущей и последующей. Если речь идет о затратах времени, то общее время выполнения всех работ оказывается зависящим от очередности их запуска. Действительно, общее время выполнения включает две составляющие: суммарное технологическое время и суммарное время на все последовательные переналадки. Первая составляющая, очевидно, не зависит, а вторая зависит от очередности выполнения работ. Затраты на переналадки машины задаются в виде квадратной таблицы (матрицы) $\theta = (\theta_{ij})$, где i – номер предшествующей работы, j – номер последующей работы. Будем полагать, что речь идет о затратах времени.

Требуется найти вариант очередности выполнения работ, при котором общее (суммарное) время прохождения всех работ (длительность производственного цикла) минимальна.

Приведем пример. Пусть на технологической машине требуется выполнить три работы ($n=3$). Длительности операций (в некоторых условных единицах времени) заданы в *табл.11*:

Таблица 11. Длительности выполнения работ на машине

Номер работы, j	1	2	3
Длительность, τ_j	10	15	6

Нормативные затраты времени на перенастройки машины при смене работ θ_{ij} даны в *табл.12*:

Таблица 12. Длительности переналадок машины при смене выполняемых работ

Номера работ	1	2	3
1	0	5	4
2	4	0	3
3	3	2	0

В *табл.12* значение, стоящее на пересечении i -й строки и j -го столбца, указывает длительность перенастройки машины при переходе от работы с номером i к работе с номером j . Число вариантов очередности выполнения n работ равно, как было отмечено, $n!$. В нашем примере при трех работах это число не велико и равно шести ($3!=6$). Поэтому можно рассмотреть все эти варианты, рассчитать для каждого из них общее время выполнения работ и выбрать тот вариант, для которого это значение минимально. Результаты таких расчетов приведены в *табл.13*:

Таблица 13. Сравнение вариантов очередности запуска работ по критерию суммарной длительности выполнения

Номер варианта очередности	Вариант очередности	Длительность выполнения всех работ
1	1,2,3	$(10+5)+(15+3)+6=39$
2	1,3,2	$(10+4)+(6+2)+15=37$
3	2,1,3	$(15+4)+(10+4)+6=39$
4	2,3,1	$(15+3)+(6+3)+10=37$
5	3,1,2	$(6+3)+(10+5)+15=39$
6	3,2,1	$(6+2)+(15+4)+10=37$

Как видим, варианты очередности с номерами 2, 4, 6 обеспечивают меньше значение общей длительности выполнения всех работ и при этом являются по данному показателю равноценными. Можно принять любой из них.

Заметим, что для лучшего понимания сути задачи мы не учли одно обстоятельство, имеющее место на практике. Мы не учли, что, как правило, к началу рассматриваемого периода времени машина находится в некотором начальном состоянии. В этом случае требуется время для ее настройки на выполнение первой по очереди работы, и это время может быть различным для разных работ. Также может быть выдвинуто требование после выполнения последней работы привести машину в исходное состояние. Введем эту информацию в постановку задачи. Удобно это сделать, включив в матрицу переналадок дополнительные строку и столбец, соответствующие исходному состоянию или наличию «фиктивной» работы, которую пометим индексом 0. Примем, что для подготовки машины, находящейся в исходном состоянии, к выполнению работы номер 1 требуется 2 ед. времени; работы номер 2 – 4 ед. времени; работы номер 3 – 5 ед. времени. Соответственно, для приведения машины в исходное состояние требуется: после выполнения работы 1 – 4 ед. времени; работы номер 2 – 3 ед. времени; работы номер 3 – 2 ед. времени. Новая таблица длительностей переналадок примет вид (см. *табл.14*):

Таблица 14. Длительности настройки машины с учетом ее начальной подготовки и приведения в исходное состояние после выполнения всех работ

Номера работ	0	1	2	3
0	0	2	4	5
1	4	0	5	4
2	3	4	0	3
3	2	3	2	0

Заметим, что число возможных вариантов очередности выполнения работ не изменится, так как положение фиктивной работы фиксировано. Потребуется только скорректировать очевидным образом значения суммарной длительности выполнения работ. Результаты коррекции приведены в *табл.15*:

Таблица 15. Длительности выполнения всех работ при различных вариантах очередности их запуска

Номер варианта очередности	Вариант очередности	Длительность выполнения всех работ
1	1,2,3	$2+39+2=43$
2	1,3,2	$2+37+3=42$
3	2,1,3	$4+39+2=45$
4	2,3,1	$4+37+4=45$
5	3,1,2	$5+39+3=47$
6	3,2,1	$5+37+4=46$

С учетом дополнительного требования наилучшим вариантом оказался вариант номер 2 (выделен жирным шрифтом), обеспечивающий наименьшую длительность выполнения всех работ.

Для поиска наилучшего решения в этой задаче мы использовали *метод полного перебора всех вариантов*. Трудоемкость этого метода быстро растет с ростом числа работ. Так, в частности, при $n=10$ количество вариантов очередности равно $10!$ и превышает 3,6 миллиона. Если размерность задачи велика и не позволяет найти решение в приемлемое для производственных условий время, то пользуются методом ветвей и границ, либо различными приближенными процедурами, в том числе и эвристическими, не имеющими формального обоснования.

Перейдем к рассмотрению следующего базового варианта структуры технологического комплекса, а именно, комплекса, состоящего из нескольких взаимозаменяемых (способных выполнять одну и ту же операцию) машин. Присвоим этому комплексу условный номер *II*. Рассмотрим два случая. В первом случае будем полагать, что все машины комплекса эквивалентны по производительности, во втором, что они различаются по этому показателю.

Задача II-1. Пусть комплекс включает m машин и к выполнению подготовлены n работ ($n > m$). Машины эквивалентны по производительности. Известны длительности $\tau_j, j = 1, 2, \dots, n$ выполнения каждой работы на любой из машин. Организационные условия: все машины доступны к началу рассматриваемого периода времени; перенастройки машин при смене работ не требуются; операции непрерывны; работы неделимы. Требуется составить календарный план выполнения работ на машинах комплекса, при котором суммарная длительность выполнения всех работ минимальна.

Календарный план, как известно, указывает, какую работу выполняет каждая машина в каждый момент времени с учетом заданных организационных условий. Общее время выполнения всех работ устанавливается по моменту завершения последней из запланированных работ. В данном случае это время определяется тем, как будут распределены работы по машинам. «Идеальным» вариантом распределения, который нельзя улучшить, будет, очевидно, такой, при котором все машины завершат выполнение назначенных для них работ одновременно. Такого варианта может и не существовать при заданных параметрах задачи, но можно выдвинуть

требование, чтобы моменты завершения работ на всех машинах были в максимально возможной степени близки друг к другу. Задача, таким образом, состоит в том, чтобы множество работ разделить на m подмножеств так, чтобы суммарные длительности выполнения работ в каждом из них были максимально близки по значению друг к другу.

Приведем пример. Пусть комплекс включает две эквивалентные машины ($n=2$). Требуется выполнить три работы ($m=3$). Длительности операций заданы в *табл. 16*:

Таблица 16. Длительности операции для заданных работ

Номер работы	1	2	3
Длительность операции, ед. вр.	5	7	10

Все возможные варианты распределения работ по машинам приведены в *табл. 17* (в скобках указана суммарная продолжительность занятости соответствующей машины):

Таблица 17. Варианты распределения работ по машинам

Номер машины	Вариант распределения №1	Вариант распределения №2	Вариант распределения №3	Вариант распределения №4
1	1,2,3(22)	1(5)	2(7)	3(10)
2	-	2,3(17)	1,3(15)	1,2(12)
Общая длительность выполнения	22	17	15	12

Как видим, вариант распределения №4 является лучшим по принятому критерию: общая длительность выполнения всех работ для этого варианта минимальна. Заметим также, что для него наиболее близки между собой длительности занятости первой и второй машины. Как и в предыдущей задаче, число вариантов распределения быстро растет с увеличением числа работ и зависит также от числа машин. Использованный нами метод полного перебора вариантов не всегда можно применить на практике из-за слишком большого объема вычислений. Поэтому и в этом случае пользуются приближенными, в частности, эвристическими методами.

Для иллюстрации применения одного из таких методов рассмотрим следующий пример.

Пусть комплекс включает две взаимозаменяемые и эквивалентные по производительности машины ($m=2$). На них должны быть выполнены восемь работ ($n=8$). Длительности операций работ приведены в *табл. 18*:

Таблица 18. Длительности операции для различных работ

Код работы	a	b	c	d	e	f	g	k
Длит-ть работы	16	6	20	3	12	10	22	26

Для поиска варианта распределения работ по машинам воспользуемся следующим приемом:

1) расположим коды работ в порядке возрастания их длительностей. Получим последовательность d, b, f, e, a, c, g, k .

2) составим из работ пары по правилу: две работы составляют пару, если их коды расположены на равном удалении от концов последовательности, т.е. первую работу объединим с последней, вторую – с предпоследней и т.д. Получим четыре пары (в квадратных скобках указаны суммарные для пар длительности выполнения работ):

(d, k) $[3+26=29]$, (b, g) $[6+22=28]$, (f, c) $[10+20=30]$, (e, a) $[12+16=28]$.

3) расположим сформированные пары в порядке возрастания их суммарных длительностей. Получим последовательность пар: (b, g) , (e, a) , (d, k) , (f, c) .

4) по правилу, аналогичному п.2) сформируем четверки работ:

(b, g, f, c) $[28+30=58]$, (e, a, d, k) $[28+29=57]$.

5) одну из четверок работ направляем на первую машину, другую – на вторую. Задача решена.

Как видим, в данном случае результат оказался неплохим: периоды занятости машин различаются незначительно (на 1,7%).

Однако нетрудно заметить, что использованный нами алгоритм решения задачи пригоден лишь в частных и редких случаях, когда число машин четно и из запланированных работ можно сформировать пары, затем четверки и т.д. Если эти условия не выполняются, то приходится дополнять приведенный алгоритм различными процедурами. Подобные процедуры и, вообще, методы и алгоритмы выбора рациональных решений мы в данном пособии подробно рассматривать не будем и ограничимся демонстрацией возможных подходов к организационным задачам. Для этих задач характерны такие особенности, как значительная размерность, наличие жестких и нежестких ограничений, умеренные требования по близости решений к оптимальным, наличие ограничений на время поиска результата.

Задача II-2. Рассмотрим ситуацию, когда машины взаимозаменяемы, но различаются по некоторым показателям процесса выполнения работ, таким, например, как время выполнения или вероятность брака. Пусть число машин (или иных исполнителей) и число работ одинаково и равно n . Каждая из работ может быть выполнена на любой из машин, но при этом значения принятого показателя эффективности (например, время выполнения) будет различным. Обозначим значение этого показателя при выполнении i -й работы на j -й машине через c_{ij} . Для каждой машины должна быть назначена к выполнению только одна из работ. Требуется распределить работы по машинам таким

образом, чтобы суммарная оценка эффективности была наилучшей (в зависимости от смысла оценки, максимальной или минимальной).

Эта задача относится к классу комбинаторных задач и может служить подходящей моделью для различных практических ситуаций принятия решений в производственном менеджменте. Для ее решения в теории дискретной оптимизации существуют соответствующие методы, но трудности их применения на практике быстро нарастают с увеличением размерности задачи. Приведем применения одного из возможных эвристических методов, приводящего к решению, близкому к оптимальному.

Пусть $n = 4$ и работы обозначены a, b, c, d . Показатель эффективности имеет смысл производительности (результат на единицу использованного ресурса). Суммарное значение показателей, очевидно, желательно максимизировать. Матрица значений показателя эффективности различных вариантов назначения работ имеет вид (см. табл.19)

Таблица 19. Значения показателя эффективности различных вариантов назначения работ (усл. ед.)

Номер строки,	Машины → Работы ↓	1	2	3	4
1	a	4	1	3	2
2	b	11	2	8	5
3	c	12	12	12	12
4	d	9	7	3	5↓

Для решения задачи применим эвристический прием, который, как большинство таких методов, основан на принципе назначения *приоритетов*. Многие производственные задачи календарного планирования, технологической подготовки производства и других областей управления сводятся к поиску рационального упорядочения выполняемых работ. Принцип состоит в назначении для каждой из них некоторых количественных оценок, выступающих в роли приоритетов. После этого процесс поиска, вместо трудоемкой процедуры перебора вариантов упорядочения, сводится к расположению работ по убыванию (или возрастанию) приоритетов. В результате применения метода искомое решение устанавливается достаточно быстро, хотя и не гарантируется его оптимальность. Степень близости решения к оптимуму зависит от принятых правил назначения приоритетов. Приведем пример построения и применения приоритетной схемы для рассматриваемой задачи назначения работ на машины.

Вернемся к исходным данным задачи.

Сравнивая значения показателя эффективности для различных назначений, представленные в табл.19, обнаружим, что наилучшим назначением для каждой работы является машина с номером 1, так как наилучшее (максимальное) значение в каждой строке расположено в первом столбце. Но по условию задачи на машину может быть назначена только одна из работ. Какую же из них следует выбрать? Приняв некоторый вариант назначения, мы

далее должны ответить на такой же вопрос относительно оставшихся работ. Процедуру придется повторить $(n - 1)$ раз (в нашем примере 3 раза), так как на последнем шаге останется только одна работа и одна свободная машина, и выбора не будет. Примем следующее эвристическое правило: *на очередном шаге алгоритма из подлежащих назначению работ будем выбирать ту, для которой отказ от наилучшего для нее назначения ведет к наибольшим потерям*. Реализовать это правило можно с помощью следующего алгоритма.

Шаг 1. Рассмотрим первую строку матрицы:

1 a 4 1 3 2

Для работы *a* расположим значения показателя эффективности в порядке возрастания: *a*: 1, 2, 3, 4. Замечаем, что числа в этой последовательности линейно возрастают с приращением $\Delta_a = 1$. Значит, при отказе от лучшего назначения данной работы минимальные потери в производительности составят 1 единицу.

Шаг 2. Аналогичные действия выполним для второй строки матрицы:

2 b 11 2 8 5

Для работы *b* получим упорядоченную по возрастанию последовательность *b*: 2, 5, 8, 11 и $\Delta_b = 3$.

Шаг 3. Аналогичные действия выполним для третьей строки матрицы:

3 c 12 12 12 12

Для работы *c* получим последовательность *c*: 12, 12, 12, 12 и $\Delta_c = 0$.

Шаг 4. Аналогичные действия выполним для четвертой строки матрицы:

4 d 9 7 3 5↓

Для работы *d* получим последовательность *d*: 3, 5, 7, 9 и $\Delta_d = 2$.

Следуя принятому правилу, примем величины Δ_k , где *k* принимает значения *a*, *b*, *c*, *d*, в качестве приоритетов работ, и будем производить назначения в порядке убывания приоритетов.

Получим следующий порядок: *b*, *d*, *a*, *c*.

Дальнейшие шаги алгоритма:

Шаг 5. Все машины доступны. Для работы *b* выбираем лучшее для нее назначение: машину с номером 1. Обозначим это действие как $b \rightarrow 1$. Исключаем работу *b* и машину 1 из дальнейшего рассмотрения.

Шаг 6. Доступны машины с номерами 2, 3, 4. Для работы *d* выбираем лучшее для нее назначение: машину с номером 2. Обозначим это действие как $d \rightarrow 2$. Исключаем работу *d* и машину 2 из дальнейшего рассмотрения.

Шаг 7. Доступны машины с номерами 3, 4. Для работы a выбираем лучшее для нее назначение: машину с номером 3. Обозначим это действие как $a \rightarrow 3$. Исключаем работу a и машину 3 из дальнейшего рассмотрения.

Шаг 8. Доступна машина с номером 4. Оставшуюся к данному шагу работу c назначаем на единственную свободную машину с номером 4: $c \rightarrow 4$.

Задача решена. Значение критерия равно $11+7+3+12 = 33$ (усл. ед.). Путем перебора всех вариантов назначения работ (их число равно $n! = 1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot n$, в нашем примере это число равно $4! = 24$) можно убедиться, что в данном случае эвристический метод дал оптимальное решение.

В рассмотренной задаче для каждой работы было принято совершенно нереальное предположение о строго линейном изменении значений показателя эффективности ее назначений на различные машины. Приоритет работы был определен как разность между соседними в строке значениями показателя производительности. Если отказаться от этого предположения и считать, что показатель может принимать произвольные значения (из характерного для реальной задачи диапазона), то использованный способ расчета приоритетов работ не пригоден, так как разности значений для различных пар соседних величин будут различаться. Идеология эвристических методов предполагает возможность использования различных правил (эвристик), которые менеджер считает пригодными в конкретной ситуации. Рассмотрим одно из возможных правил, которое в большом количестве задач показало свою способность приводить к достаточно хорошим (близким к оптимальным) решениям.

Пусть в задаче назначения работ на взаимозаменяемые, но неэквивалентные по производительности машины число работ и машин, как и в предыдущем примере равно 4. Значения показателей производительности указаны в табл.20. На каждую машину должна быть назначена только одна работа. Как и прежде, требуется распределить работы по машинам так, чтобы сумма значений показателя производительности была близка к максимальной.

Таблица 20. Значения показателя эффективности различных вариантов назначения работ (усл. ед.)

Номер строки,	Машины → Работы ↓	1	2	3	4
1	a	7	1	5	4
2	b	10	2	5	5
3	c	12	11	13	12
4	d	10	5	3	6

Правило расчета приоритетов работ состоит в следующем. Для каждой i -й работы значения показателя производительности, стоящие в i -й строке ($i = 1, 2, \dots, n$), располагаются по возрастанию и затем аппроксимируются (сглаживаются) линейной функцией по методу наименьших квадратов (МНК) (пояснения были даны выше при рассмотрении вопросов о прогнозировании). Графическая иллюстрация этой процедуры была представлена на рис. 4(с.15). График аппроксимирующей функции для i -й работы представляет собой

прямую линию, уравнение которой имеет вид: $X(j)_i = a_{1i}^* \cdot j + a_{0i}^*$, где j – порядковый номер значения показателя в строке, упорядоченной по возрастанию, $j = 1, 2, \dots, n$; $X(j)_i$ – значение показателя для номера j . Значения коэффициентов a_{1i}^* и a_{0i}^* рассчитываются по формулам (4) и (5), приведенным на с.16. *Приоритет i -й работы принимается равным коэффициенту a_{1i}^* . Работы назначаются на машины по очереди в порядке убывания приоритетов.*

Коэффициент a_{1i}^* , как известно, характеризует угол наклона прямой к оси абсцисс (равен тангенсу этого угла): с увеличением значения коэффициента увеличивается угол наклона. Приоритет в таком случае отражает усредненное значение скорости убывания производительности при выполнении i -й работы при отказе от лучшего для нее назначения.

Рассмотрим численный пример. Рассчитаем приоритеты работ по изложенному правилу. Алгоритм расчетов включает следующие шаги.

Шаг 1. Рассмотрим первую строку матрицы:

1 a 7 1 5 4

Для работы a расположим значения показателя эффективности в порядке возрастания: a : 1, 4, 5, 7. Эти значения обозначим через $C(j)$. Поясним на примере этой строки порядок расчета приоритета работы по формуле (4). Исходные данные и промежуточные вычисления приведены в *табл.21*.

Таблица 21. Данные к расчету приоритета работы a

j	$C(j)$	$j \cdot C(j)$	j^2
1	1	1	1
2	4	8	4
3	5	15	9
4	7	28	16
$j_{cp} = 2,5$ $j_{cp}^2 = 6,25$	$C(j)_{cp} = 4,25$	$\sum j \cdot C(j) = 52$	$\sum j^2 = 30$

С использованием приведенных обозначений формула (3) примет вид:

$$a_{1i}^* = (\sum j \cdot C(j) - n j_{cp} C(j)_{cp}) / (\sum j^2 - n j_{cp}^2).$$

Подставляя численные значения элементов этой формулы, получим

$$a_{1i}^* = (52 - 4 \cdot 2,5 \cdot 4,25) / (30 - 4 \cdot 6,25) = 1,9.$$

Таким образом, приоритет работы a установлен: $\Delta_a = 1,9$.

Шаг 2. Аналогичные действия выполним для второй строки матрицы:

2 b 10 2 5 5

Для работы b получим упорядоченную по возрастанию последовательность b : 2, 5, 5, 10. Проведя расчет, получим значение приоритета $\Delta_b = 2,4$.

Шаг 3. Аналогичные действия выполним для третьей строки матрицы:

3	c	12	11	13	12
---	-----	----	----	----	----

Для работы c получим упорядоченную по возрастанию последовательность c : 11, 12, 12, 13. Проведя расчет, получим значение приоритета $\Delta_c = 0,6$.

Шаг 4. Аналогичные действия выполним для четвертой строки матрицы:

4	d	10	5	3	6
---	-----	----	---	---	---

Для работы d получим последовательность d : 3, 5, 6, 10. Выполнив расчет, получим значение приоритета $\Delta_d = 2,2$.

Согласно принятому правилу будем производить назначения в порядке убывания приоритетов.

Получим следующий порядок: b, d, a, c .

Дальнейшие шаги алгоритма не отличаются от шагов с номерами 5,6,7,8, указанных для предыдущего примера. Искомый вариант назначения в данном примере имеет вид:

$b \rightarrow 1, d \rightarrow 4, a \rightarrow 3, c \rightarrow 2$.

Задача решена. Значение критерия равно $5+10+11+6 = 32$ (усл. ед.). Путем перебора всех вариантов назначения работ можно убедиться, что и в данном случае решение является оптимальным.

Перейдем к рассмотрению следующего типа структуры технологических комплексов – группы машин, образующих «цепочку» и выполняющих в заданной последовательности множество технологических операций для получения требуемого продукта. Такие структуры называют конвейерными системами или технологическими линиями. Они могут различаться рядом признаков, характеризующих, например, течение отдельных операций, способ передачи предмета труда с одной операции на следующую, наличие разнообразных маршрутов движения работ по машинам линии в процессе выполнения.

Рассмотрим для примера линию, состоящую из m машин. Каждая из машин выполняет один вид технологических операций. На линии должны быть выполнены n работ, каждая из которых включает не более m операций, выполняемых последовательно на машинах линии. Работы при выполнении продвигаются от начала линии к ее концу без возвратов. Операции непрерывны, работа передается на следующую операцию только после выполнения предыдущей. Работы нельзя разделить на части; каждая машина в определенный момент времени выполняет операцию только одной работы.

Заданы длительности операций каждой из работ. Требуется установить очередность запуска работ на линию, при которой общее время выполнения всех работ минимально.

Эту задачу называют задачей Джонсона по имени американского ученого С. Джонсона, предложившего метод нахождения оптимального решения в одном из частных случаев. Этот метод далее будет рассмотрен.

Предварительно покажем на примере, как влияет очередность запуска работ на линию на общую продолжительность выполнения всех работ. одновременно поясним простое правило построения графика прохождения работ по машинам линии, называемого *диаграммой Гантта*.

Пусть на линии, состоящей из трех машин ($m = 3$) должны быть выполнены четыре работы ($n = 4$). Длительности операций приведены в табл. 22. Для удобства работы обозначены латинскими буквами. В последней строке приведены значения сумм длительностей операций каждой из работ. Этот параметр назовем технологическим циклом соответствующей работы.

Таблица 22. Длительности операций работ, подготовленных к выполнению на технологической линии (*усл. ед. времени*)

Машины (операции)	Работа <i>a</i>	Работа <i>b</i>	Работа <i>c</i>	Работа <i>d</i>
1	5	4	2	1
2	3	4	2	3
3	2	3	3	5
Технол. цикл	10	11	7	9

Примем произвольно следующий порядок запуска работ на линию:

$\langle a, b, c, d \rangle$. Обозначим этот порядок через r_1 .

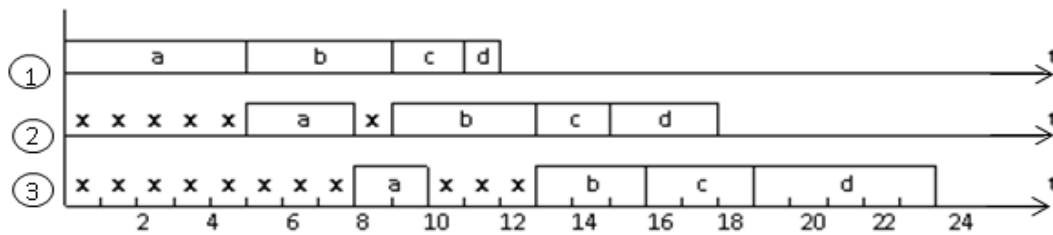
Изобразим процесс прохождения работ по машинам линии в виде графика.

Для этого выделим для каждой машины свою ось времени с отметками принятых единиц. Это могут быть любые характерные для конкретной задачи единицы – часы, минуты, секунды, условные такты... Далее последовательно, в принятом порядке r_1 будем размещать операции работ на осях времени с учетом требований, указанных в постановке задачи: очередная операция каждой из работ осуществляется только после окончания предыдущей операции; операции непрерывны; запрещены задержки готовых к выполнению операций, если соответствующая машина свободна; если к выполнению на машине готовы операции нескольких работ, то они выполняются в порядке поступления.

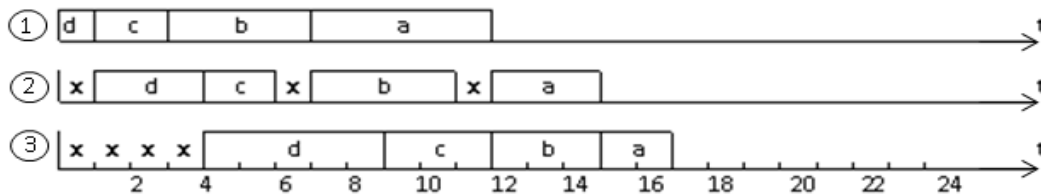
График прохождения работ по машинам линии, построенный по приведенным правилам, показан на *рис.16, а*. Как было сказано, такой график называют диаграммой Гантта (Gantt Chart) по имени американского инженера и специалиста по управлению производством Генри Гантта (1861-1919), предложившего эту удобную форму представления хода производственных процессов. Как видим, общее время выполнения всех работ

(продолжительность периода от запуска первой работы a до завершения последней по очереди работы d) оказалось равным 24 усл. ед.

Изменим порядок запуска, приняв очередность $r_2 = \langle d, c, b, a \rangle$. График Гантта для этого варианта запуска представлен на *рис. 14, б*. Как видим, общее время выполнения сократилось до 17 усл. ед., т. е. почти на 30% по сравнению с вариантом r_1 . Сравнивая визуально два графика, замечаем, что второй вариант расписания является более *компактным*. Поэтому расписанию быстрее включаются в работу вторая и третья машины (их простои сокращаются). Это приводит к заметной экономии времени на выполнение всех работ.



а)



б)

Рис.16. Диаграммы Гантта выполнения работ на технологической линии, состоящей из трех машин, при различных вариантах очередности запуска работ: а) $r_1 = \langle a, b, c, d \rangle$, б) $r_2 = \langle d, c, b, a \rangle$

Обратим внимание на то, что согласно второму варианту запуска в начало очереди поставлены работы, у которых длительности последовательных операций имеют наиболее выраженную тенденцию к возрастанию. Наоборот, в конец очереди поставлены работы, у которых длительности операций имеют тенденцию к убыванию. В дальнейшем будет показано, что на основе этого наблюдения может быть построено эффективное эвристическое правило поиска очередности запуска работ на линию, достаточно близкой к оптимальной.

Рассмотренный пример показывает, что при определенных условиях, а именно, при имеющих место различиях в тенденциях изменения длительностей операций различных работ поиск наилучшей очередности запуска может

привести к заметному эффекту в виде сокращения затрат времени на выполнение задания.

Рассмотрим алгоритм поиска оптимальной очередности, предложенный С. Джонсоном. Как было сказано, его алгоритм пригоден для применения и дает строго оптимальный результат только в одном частном случае, а именно, когда число машин в линии равно двум ($m = 2$). На практике число машин в линиях может быть различным, и чаще больше двух. Но результат С. Джонсона имеет значение не только потому, что позволяет найти оптимальный вариант при $m = 2$, но также потому, что дает методическую основу для построения алгоритмов и для более реальных ситуаций, когда число машин в линии больше двух и, вообще, является произвольным.

Рассмотрим алгоритм Джонсона, используя данные конкретного примера.

Пусть в линии имеется 2 машины ($m = 2$), задание включает 6 работ ($n = 6$), длительности операций заданы в табл. 23. Выполняются указанные выше в общей постановке условия и требования задачи Джонсона.

Таблица 23. Длительности операций

Машина	Работа 1	Работа 2	Работа 3	Работа 4	Работа 5	Работа 6
1	5	3	6	2	3	1
2	3	4	1	5	2	2

Алгоритм Джонсона весьма прост для реализации вручную и включает три шага.

Шаг 1. Множество работ $J = \{1, 2, \dots, j, \dots, n\}$ разделяется на две части (два подмножества J_1 и J_2) по следующему правилу:

- если для j -й работы длительность первой операции меньше или равна, чем длительность второй операции, то эта работа включается в подмножество J_1 . Формально это условие записывается так: $J_1 = \{j: \tau_{1j} \leq \tau_{2j}\}$.

- если для j -й работы длительность первой операции больше, чем длительность второй операции, то эта работа включается в подмножество J_2 . Формально это условие записывается так: $J_2 = \{j: \tau_{1j} > \tau_{2j}\}$.

В нашем примере (см. табл. 13) $J = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$. Результат первого шага: $J_1 = \{2, 4, 6\}$, $J_2 = \{1, 3, 5\}$.

Шаг 2. Номера работ в подмножествах J_1 и J_2 располагаются в последовательности по двум различным правилам:

- в подмножестве J_1 : по возрастанию длительности первой операции.

В нашем примере получим последовательность $J_1^* = \{6, 4, 2\}$.

- в подмножестве J_2 : по убыванию длительности второй операции.

В нашем примере получим последовательность $J_2^* = \{1, 5, 3\}$.

Шаг 3. Оптимальная очередность запуска работ r_{opt} формируется по правилу:

Вначале запускаются работы из упорядоченного подмножества J_1^* , затем из упорядоченного подмножества J_2^* , т. е.

$$r_{opt} = \langle J_1^*, J_2^* \rangle.$$

В нашем примере получим следующее упорядочение работ:

$$r_{opt} = \langle 6, 4, 2, 1, 5, 3 \rangle.$$

Искомая оптимальная очередность запуска работ найдена.

Обратим внимание на то, что данная задача как и многие другие задачи календарного планирования, технологической подготовки производства и других направлений производственного менеджмента, относится к классу комбинаторных задач, в которых оптимальное решение может быть найдено с помощью прямого перебора всех возможных вариантов. Однако, часто число вариантов слишком велико, чтобы можно было воспользоваться этим приемом, особенно, в ситуациях повышенных требований к оперативности решения.

В задаче Джонсона число вариантов очередности запуска работ равно $n!$ ($n! = 1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot n$). В нашем примере это число равно $6! = 720$. Алгоритм Джонсона не требует какого-либо перебора вариантов и поэтому позволяет быстро получить искомое решение. Заметим, что для определения общей длительности выполнения всех работ придется построить диаграмму Ганта. В нашем примере этот показатель равен 21 усл. ед. (см. рис.17).

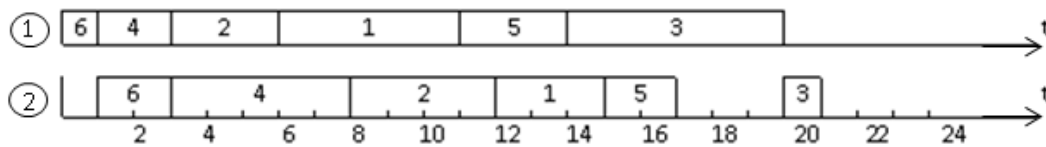


Рис. 15. Диаграмма Ганта выполнения работ на линии из двух машин при оптимальной очередности запуска, найденной по алгоритму Джонсона

Завершим знакомство с методами решения задач календарного планирования рассмотрением задачи Джонсона для произвольного количества машин в линии. Для этого случая используем эвристический метод, в котором приоритеты работ при определении очередности запуска устанавливаются на основе оценок тенденции изменения длительностей последовательных операций. При расчете приоритетов используется прием, аналогичный рассмотренному выше для задачи о назначении работ на машины. Формулу для расчета приведем без подробного обоснования.

Алгоритм поиска приемлемого решения включает следующие шаги.

Шаг 1. Расчет приоритетов работ w_j ($j = 1, 2, \dots, n$) по формуле

$$w_j = a_{1j} - (1/m) \text{sign}(a_{1j}) T_j, \quad (9)$$

где

a_{1j} – угловой коэффициент прямой, аппроксимирующей технологический цикл j -й работы,

m – число машин в линии,

T_j – длительность технологического цикла (сумма длительностей операций) j -й работы.

Напомним, что функция $sign(x)$ (читается «сигнум x ») реагирует на знак своего аргумента: если $x > 0$, то $sign(x) = +1$; если $x \leq 0$, то $sign(x) = -1$.

Шаг 2. Множество работ $J = \{1, 2, \dots, j, \dots, n\}$ разделяется на две части (два подмножества J_1 и J_2) по следующему правилу:

- если для j -й работы угловой коэффициент аппроксимирующей прямой больше нуля, то эта работа включается в подмножество J_1 . Формально это условие записывается так: $J_1 = \{j: a_{1j} > 0\}$.

- если для j -й работы угловой коэффициент аппроксимирующей прямой меньше или равен нулю, то эта работа включается в подмножество J_2 . Формально это условие записывается так: $J_2 = \{j: a_{1j} \leq 0\}$.

Шаг 3. Упорядочим номера работ внутри множеств J_1 и J_2 по общему правилу, а именно, по убыванию приоритетов.

Шаг 4. Искомую очередность запуска работ на линию r_0 определим по правилу: вначале запускаются работы упорядоченного множества J_1 , затем упорядоченного множества J_2 : $r_0 = \langle J_1, J_2 \rangle$.

Задача решена.

Приведем пример. Пусть на линии из пяти машин ($m=5$) должны быть выполнены шесть работ ($n=6$). Работы имеют номера $1, 2, \dots, 6$. Длительности операций приведены в табл. 24. В нижних строках этой таблицы приведены длительности технологических циклов работ (T_j), угловые коэффициенты аппроксимирующих прямых (a_{1j}) и вычисленные значения приоритетов (w_j).

Таблица 24. Длительности операций (в усл. ед. времени) и значения приоритетов работ

Номера машин	Работа 1	Работа 2	Работа 3	Работа 4	Работа 5	Работа 6
1	10	6	3	8	10	6
2	5	4	4	9	8	10
3	7	4	4	7	12	8
4	4	5	3	10	13	14
5	2	2	2	8	15	18
T_j	28	21	16	42	58	56
a_{1j}	-1,7	-0,7	-0,3	+0,1	+1,5	+2,8
w_j	+3,9	+3,5	+2,9	-8,3	-10,1	-8,4

Значения угловых коэффициентов получены в результате аппроксимации технологических циклов работ линейными функциями по методу наименьших квадратов (см. с. 12-16). Поясним порядок расчета приоритета по формуле (9) на примере работы с номером 1. Длительности операций указаны в первом столбце табл. 24 (строки 1-5). Угловой коэффициент аппроксимирующей прямой определяется по формуле (4) (см. с. 16). Подставив численные значения, получим:

$$a_{11} = (67 - 84) / (55 - 45) = -1,7.$$

По формуле (9) рассчитаем значение приоритета:

$$w_1 = -1,7 - \text{sign}(-1,7)(28/5) = -1,7 - (-1)(5,6) = -1,7 + 5,6 = +3,9.$$

Таким же способом рассчитываются приоритеты остальных работ. Их значения приведены в последней строке *табл. 15*. Таким образом, выполнен *шаг 1* приведенного выше алгоритма.

Далее, следуя этому алгоритму, выполним следующие действия:

Шаг 2. Множество работ разделим на два подмножества J_1 и J_2 , используя в качестве признака знак углового коэффициента a_{ij} . Получим $J_1 = \langle 4, 5, 6 \rangle$ и $J_2 = \langle 1, 2, 3 \rangle$.

Шаг 3. Упорядочим каждое из подмножеств J_1 и J_2 по убыванию значений приоритетов. Получим $J_1 = \langle 4, 6, 5 \rangle$ (обратим внимание на знаки приоритетов!) и $J_2 = \langle 1, 2, 3 \rangle$.

Шаг 4. Искомая очередность запуска работ на линию имеет вид:

$$r_0 = \langle 4, 5, 6, 1, 2, 3 \rangle.$$

Решение задачи закончено. Подчеркнем, что использованный метод является эвристическим и не гарантирует оптимальности полученного результата. Но он обеспечивает достаточную для производственных задач точность при высокой скорости поиска, так как не содержит операций перебора и анализа вариантов запуска работ. В рассмотренном примере полученный результат по критерию общего времени выполнения всех работ отличается от оптимального на 9%, что вполне приемлемо для практических задач календарного планирования производства.

Рассмотренные методы иллюстрируют подходы, которыми полезно владеть менеджеру, управляющему промышленным предприятием, для достижения эффективности его деятельности. Конечно, инструментарий эффективного производственного менеджмента не исчерпывается изложенными методами. Более подробно задачи и методы этого направления излагаются в специальных курсах.

Контрольные вопросы и упражнения

1. Поясните понятие системы. Назовите основные классы систем. Каковы особенности управления в организационных системах?
2. Какие факторы обуславливают необходимость реализации функции управления?
3. Дайте характеристику основных этапов развития менеджмента.
4. Изобразите и поясните общую схему процесса управления.
5. Перечислите основные функции менеджмента. Дайте характеристику каждой из этих функций и приведите схему их взаимосвязи в цикле управления.
6. Раскройте содержание и технологию реализации функции целеполагания.

7. Раскройте содержание и технологию реализации функций планирования и организации выполнения планов.

8. Поясните содержание основных этапов процесса принятия управленческих решений.

9. Какие компоненты входят в формализованную модель принятия решений?

10. Поясните смысл отношения доминирования и правила определения областей доминирования графическим методом.

11. Какими свойствами обладают Парето-оптимальные решения? Как они устанавливаются и каково их значение в задачах выбора?

12. Назовите основные формальные методы обоснования управленческих решений. Приведите формулы для линейного, мультипликативного и минимаксного критериев. Поясните их свойства.

13. Назовите возможные источники неопределенности в задачах принятия решений. Как проявляется неопределенность? Какие возможны пути ее снижения? Как соотносятся между собой понятия неопределенности и риска?

14. Поясните структуру модели выбора в условиях риска (модель лотереи)

15. Поясните основные организационные формы принятия управленческих решений

16. Какие факторы и личные характеристики работников формируют отношения между ними. Как межличностные отношения влияют на эффективность совместной деятельности?

17. Дайте характеристику различных стилей руководства.

18. Дайте характеристику различных методов управления коллективом.

19. Приведите перечень основных задач производственного менеджмента.

20. Поясните связь материального и денежного потоков в процессе функционирования предприятия. Поясните содержание основной задачи производственного менеджмента.

21. Приведите примеры функциональных задач менеджмента на различных уровнях управления предприятием.

22. Поясните смысл понятия «единое информационное пространство предприятия». Как классифицируют производственные данные? Назовите базы данных, составляющие основу информационного обеспечения управления предприятием. Приведите схему связей между этими базами данных.

23. Поясните содержание задач календарного планирования производства. Приведите примеры таких задач.

24. Выполните следующие упражнения.

1) Заданы: конечное множество альтернатив, значения каждого из локальных критериев и направления их улучшения (максимизация или минимизация). Требуется графическим методом выделить в предъявленном множестве Парето-оптимальные решения для следующих четырех вариантов задания экстремальных требований.

Экстремальные требования:

а) $f_1 \rightarrow \max, f_2 \rightarrow \max,$ б) $f_1 \rightarrow \max, f_2 \rightarrow \min,$

в) $f_1 \rightarrow \min, f_2 \rightarrow \max,$ г) $f_1 \rightarrow \min, f_2 \rightarrow \min,$

Альтернатива	Критерий f_1	Критерий f_2
A_1	3	8
A_2	7	7
A_3	2	6
A_4	9	3
A_5	2	3
A_6	6	2

2) Множество альтернатив включает пять вариантов

$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$. Альтернативы оцениваются по трем критериям f_1, f_2, f_3 , значения которых для каждой из альтернатив представлены в таблице исходных данных:

Набор экстремальных требований имеет вид: $f_1 \rightarrow \max, f_2 \rightarrow \max, f_3 \rightarrow \max$.

Коэффициенты относительной важности локальных критериев имеют следующие значения: $\lambda_1 = 0,5; \lambda_2 = 0,3; \lambda_3 = 0,2$.

Требуется выбрать наиболее предпочтительные решения с использованием следующих форм интегрального критерия:

- а) линейный критерий;
- б) мультипликативный критерий;
- в) минимаксный критерий.

Альтернатива	Критерий f_1	Критерий f_2	Критерий f_3
A_1	0,3	0,1	0,8
A_2	0,7	0,5	0,7
A_3	0,2	0,8	0,6
A_4	0,9	0,6	0,3
A_5	0,2	0,4	0,3

3) Задано множество альтернатив, включающее три варианта a_1, a_2 и a_3 . При выборе альтернативы a_1 возможно наступление одного из трех исходов, при выборе a_2 возможны два исхода и, наконец, при выборе a_3 – четыре исхода. Для каждого исхода указаны оценки вероятности наступления и его полезности с точки зрения ЛПР.

Требуется выбрать наилучшую альтернативу, используя критерий максимума средневзвешенной полезности. Исходные данные представлены в таблице.

Альтернативы a_i	Исходы $C_i(k)$	Оценки вероятности $p_{k,i}$	Оценки полезности исходов $u_{k,i}$
a_1	$C_1(a_1)$	0,2	10
	$C_2(a_1)$	0,5	3
	$C_3(a_1)$	0,3	6
a_2	$C_1(a_2)$	0,6	4
	$C_2(a_2)$	0,4	10
a_3	$C_1(a_3)$	0,1	8
	$C_2(a_3)$	0,2	6
	$C_3(a_3)$	0,3	4
	$C_4(a_3)$	0,4	2

4) Разработать планы выполнения работ на технологической машине при следующих условиях:

а) К выполнению подготовлены n работ ($n = 7$); переналадки машины при смене работ не требуются; длительности технологической операции для работ приведены в таблице. Найти вариант очередности выполнения работ, при котором среднее время пребывания работы на технологическом участке минимально.

Работа	a	b	c	d	e	f	g
Длит-ть операции, усл. ед.	10	4	7	12	3	21	15

б) К выполнению подготовлены n работ ($n = 3$); машина находится в исходном (нерабочем) состоянии и должна быть предварительно приведена в рабочее состояние; после завершения всех работ машина должна быть приведена в исходное состояние. Операция по приведению машины в из исходного состояния в рабочее и обратно рассматривается как дополнительная работа (ДР) с нулевой длительностью. При смене работ требуются переналадки машины; затраты времени на переналадки машины, а также на приведение ее в рабочее и в исходное состояние, приведены в таблице 1; длительности технологической операции для работ приведены в таблице 2. Найти вариант очередности выполнения работ, при котором суммарные затраты времени на выполнение всех работ будут минимальными.

Таблица 1. Затраты времени на переналадки машины при смене работ
(усл. ед. времени)

Работы	<i>ДР</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
<i>ДР</i>	-	5	2	8
<i>a</i>	7	-	4	3
<i>b</i>	6	9	-	5
<i>c</i>	8	10	6	-

Таблица 2. Длительности технологической операции работ

Работы	<i>ДР</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Длит-ть	3	5	7	4

операции, усл.
ед. времени

5) Разработать план выполнения n работ ($n = 6$) на технологической линии, включающей в свой состав m машин. Для каждой работы операции неделимы, непрерывны и выполняются последовательно. Для любой работы каждая последующая операция может быть начата только после завершения предыдущей операции. Каждая из машин в любой момент времени выполняет только одну операцию.

а) линия состоит из двух машин ($m = 2$); длительности τ_{ij} операций указаны в таблице

Работы →	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
Машины ↓						
1	5	6	4	8	3	2
2	3	7	2	4	5	6

б) линия состоит из четырех машин ($m = 4$); длительности τ_{ij} операций указаны в таблице

Работы →	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
Машины ↓						
1	5	6	4	8	3	2
2	3	7	2	4	5	6
3	4	9	2	3	8	5
4	1	8	2	4	6	9

Задания для выполнения контрольной работы по дисциплине «Менеджмент» студентами заочной формы обучения

Контрольная работа состоит в выполнении четырех заданий. В каждом задании приводится его содержание, варианты исходных данных и рекомендуемый порядок оформления результатов. Сведения, необходимые и достаточные для выполнения контрольной работы, содержатся в учебном пособии.

В каждом задании студенту следует выбрать номер варианта исходных данных по последней цифре зачетной книжки.

Задание №1

Познакомьтесь со списком тестовых вопросов, приведенным в таблице 1.

В таблице 2 приведены номера двенадцати вопросов из этого списка, на которые Вам следует ответить, выбрав для каждого из них правильный, по вашему мнению, ответ из трех предложенных вариантов.

Ответ рекомендуется оформить в виде таблицы 3, указав в графе 3 Ваш вариант ответа.

Таблица 1 – Тестовые вопросы

№ вопроса	Вопрос
1	Коммуникация в организации – это ... а) правила кодирования информации, б) технические средства связи между подразделениями организации, в) система обеспечения обмена информацией между работниками организации
2	Функциональный подход в управлении предполагает а) распределение обязанностей и ответственности подразделений и сотрудников по определенным сферам деятельности (производство, финансы, маркетинг....), б) закрепление подразделений и сотрудников за определенными видами выпускаемой продукции, в) обеспечение связей подразделений предприятия с внешней средой.
3	К какой группе методов принятия управленческих решений относятся методы, основанные на опыте и интуиции лиц, принимающих решение а) неформальные методы, б) количественные методы, в) коллективные методы.
4	Конфликты между сотрудниками одного уровня в структуре организации – это а) трудовые споры, б) конфликты по горизонтали, в) конфликты по вертикали.
5	Множество решений оптимальных по Парето называют также «переговорным множеством» в связи с тем, что а) проводятся переговоры при формировании альтернативных вариантов решений; б) переговоры ведутся с целью выбора компромиссного варианта решения, устраивающего все стороны; в) для оценки альтернатив применяются экспертные методы.
6	Риск при принятии управленческого решения заключается а) в невозможности прогнозировать последствия решения, б) в вероятности потери ресурсов или неполучении ожидаемого дохода, в) в отсутствии необходимой информации для анализа ситуации
7	Атрибутом авторитарного стиля управления является а) децентрализация управления; б) использование неформальных коммуникаций; в) директивность
8	1) Эффективность управленческого решения характеризуется: а) достигнутым результатом; б) объемом затраченных ресурсов; в) соотношением результатов и затрат.
9	2) При принятии управленческого решения с учетом нескольких технико-экономических критериев выбор следует производить из: а) множества вариантов решений, эффективных по Парето; б) множества вариантов решений, требующих минимальных затрат; в) множества вариантов решений, обеспечивающих максимальный результат.
10	Какой показатель характеризует степень достижения запланированных результатов? а) эффективность; б) доходность; в) результативность.
11	Какой принцип стратегического менеджмента реализуется, если стратегия

	ориентирована на превышение результатов над затратами в плановом периоде? а) разделения труда; б) экономичности и эффективности; в) выделения доминанты развития.
12	К какой функциональной подсистеме предприятия относится цель «Обеспечить условия для развития творческого потенциала работников и повышение их удовлетворенности трудом»? а) маркетинг; б) исследования и разработки (инновации); в) управление персоналом.
13	Контроль деятельности подчиненных проводится с целью а) совершенствования процессов планирования деятельности; б) расширения аналитического инструментария управления; в) выявления соответствия фактического профессионального поведения работников установленным нормам и регламентам.
14	Организационно-управленческие причины конфликтов в организации обусловлены: а) несоответствием структуры организации выполняемым функциям, ошибками в процессе принятия и реализации управленческих решений; б) различиями в личностных характеристиках работников; в) различиями в культурном уровне работников.
15	Вид социального конфликта, объектом которого являются трудовые отношения и условия их обеспечения, это – а) трудовой конфликт, б) семейный конфликт, в) межгрупповой конфликт
16	Коллективный договор между работодателями и работниками включает: а) взаимные обязательства сторон относительно содержания и условий труда; б) вопросы собственности; в) правила планирования деятельности организации.
17	В задачах принятия решений с учетом нескольких критериев для оценки каждого варианта используется понятие «область доминирования», представляющее собой ... а) область, где расположены варианты решения с положительными значениями критериев; б) область, где расположены варианты решения, имеющие значения критериев, превышающие заданные пороговые значения; в) область, где расположены варианты решения, имеющие значения некоторых критериев лучше, а остальных критериев – не хуже, чем данный вариант
18	В задаче выбора с учетом нескольких критериев линейный интегральный критерий представляет собой а) произведение локальных критериев; б) сумму локальных критериев с учетом их коэффициентов относительной важности; в) максимальное из значений локальных критериев.
19	При принятии решения в условиях риска выбор каждой альтернативы ведет к одному из нескольких возможных исходов, характеризующихся ожидаемым выигрышем («полезностью») и вероятностью осуществления данного исхода. Выбор наиболее предпочтительной альтернативы производят по критерию... а) максимума ожидаемого средневзвешенного выигрыша; б) минимума вероятности неблагоприятного исхода; в) средней величины выигрыша по альтернативе.
20	При коллегиальном решении о назначении на вакантную должность одного из трех кандидатов А, В, С комиссия из пяти человек (экспертов) приняла правило «минимума суммы мест». Мнения экспертов об относительной предпочтительности кандидатов: Эксперт № 1: В,С,А Эксперт № 2: В,А,С Эксперт № 3: А,С,В Эксперт № 4: С,А,В Эксперт № 5: А,В,С Какой из кандидатов принят на вакантную должность? а) кандидат А; б) кандидат В; в) кандидат С.

Таблица 2 — Исходные данные для задания №1.

Последняя цифра зачетной книжки	Номера тестовых вопросов	Последняя цифра зачетной книжки	Номера тестовых вопросов
0	1,3,4,5,7,8,9,10,12,13,14,16	5	1,3,5,6,8,9,10,11,12,13,15,19
1	2,3,5,6,7,9,10,11,12,13,15,17	6	2,3,4,5, 7,8,9,10,11,12,16,18
2	3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,18	7	1,2, 4,5,6,7,9,10,12,13,14,16
3	1,2,4,5,6,7,8,9,11,12,15,19	8	2,3,4,6,7,8,10,11,12,13,16,18
4	4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,16,17	9	1,2,3,4,5,7,8,10,11,12,14,19

Таблица 3 – Ответы (вариант исходных данных № _____)

Номер вопроса	Ответ (а или б или в)	Номер вопроса	Ответ (а или б или в)

Заполненную таблицу 3 (с указанием номера Вашего варианта) включите в отчет по контрольной работе.

Задание считается выполненным, если даны правильные ответы не менее, чем на семь тестовых вопросов.

Задание №2

Требуется решить задачу прогнозирования динамики ряда наблюдений некоторого показателя в дискретные моменты времени методом экстраполяции. Использовать в качестве сглаживающей функции линейную функцию $X(t) = a_1 t + a_0$.

Исходные данные приведены в таблице 4. Вариант следует выбрать по последней цифре зачетной книжки.

Таблица 4 – Варианты исходных данных (значения показателя $x(t)$ для пяти последовательных моментов времени)

Номер варианта	$t = 1$	$t = 2$	$t = 3$	$t = 4$	$t = 5$
0	5,2	7,0	4,4	6,1	2,8
1	3,1	5,6	4,2	8,1	6,5
2	4,6	3,2	6,4	5,2	8,2
3	7,5	4,6	6,0	3,9	4,1
4	2,7	5,4	3,8	8,3	6,4
5	9,3	5,9	6,8	4,6	5,2
6	1,6	3,5	2,8	5,8	7,5
7	7,4	4,8	6,8	5,1	5,8
8	2,2	5,3	4,8	6,8	5,6
9	8,4	6,4	5,8	6,8	4,8

В результате расчетов следует установить уравнение прямой $X(t)=a_1^* t + a_0^*$, сглаживающей заданный временной ряд. Значения коэффициентов a_1^* и a_0^* определить по методу наименьших квадратов (МНК), воспользовавшись формулами на стр. 16-17 учебного пособия. По найденному уравнению сглаживающей прямой определить прогнозные значения показателя в моменты времени $t = 6$ и $t = 7$.

В отчете привести свой вариант исходных данных (копию соответствующей строки из таблицы 4), уравнение сглаживающей прямой $X(t)=a_1^* t + a_0^*$ и прогнозные значения показателя $X(6)$ и $X(7)$.

Задание №3

В данном задании следует решить четыре задачи, направленные на закрепление навыков формального обоснования управленческих решений. Сведения, необходимые для решения задач, представлены в материале по теме 3 учебного пособия (стр.28-54).

1) Заданы: конечное множество альтернатив, значения каждого из локальных критериев и направления их улучшения (максимизация или минимизация). Требуется графическим методом выделить в предъявленном множестве Парето-оптимальные решения для всех четырех вариантов задания экстремальных требований.

Экстремальные требования:

а) $f_1 \rightarrow \max, f_2 \rightarrow \max$, б) $f_1 \rightarrow \max, f_2 \rightarrow \min$,

в) $f_1 \rightarrow \min, f_2 \rightarrow \max$, г) $f_1 \rightarrow \min, f_2 \rightarrow \min$.

Пояснение: Предварительно следует все альтернативы представить в виде точек в двумерном пространстве критериев, отложив по оси абсцисс значения критерия f_1 , по оси ординат – значения критерия f_2 . Далее для каждого из четырех вариантов экстремальных требований (выше они обозначены а), б), в) и г)) указать зоны доминирования для каждой альтернативы. Парето-оптимальными будут те альтернативы, в зоне доминирования которых не будет других альтернатив (см. уч. пособие, с.38-41, рис. 9,10).

Варианты исходных данных

Вариант №1

Альтернативы	Критерий f_1	Критерий f_2
a_1	4	80
a_2	7	20
a_3	4	50
a_4	9	20
a_5	1	40

Вариант №2

Альтернативы	Критерий f_1	Критерий f_2
a_1	30	7
a_2	70	2
a_3	50	5
a_4	80	1
a_5	20	3

Вариант №3

Альтернативы	Критерий f_1	Критерий f_2
a_1	6	75
a_2	9	20
a_3	5	55
a_4	7	10
a_5	2	35

Вариант №4

Альтернативы	Критерий f_1	Критерий f_2
a_1	20	70
a_2	70	20
a_3	40	50
a_4	80	10
a_5	20	30

Вариант №5

Альтернативы	Критерий f_1	Критерий f_2
a_1	300	70
a_2	700	20
a_3	500	50
a_4	800	10
a_5	200	30

Вариант №6

Альтернативы	Критерий f_1	Критерий f_2
a_1	5	70
a_2	8	40
a_3	5	50
a_4	9	20
a_5	2	30

Вариант №7

Альтернативы	Критерий f_1	Критерий f_2
a_1	3	700
a_2	7	200
a_3	5	500
a_4	8	100
a_5	2	300

Вариант №8

Альтернативы	Критерий f_1	Критерий f_2
a_1	2	70
a_2	9	20
a_3	4	50
a_4	8	10
a_5	2	30

Вариант №9

Альтернативы	Критерий f_1	Критерий f_2
a_1	10	70
a_2	80	20
a_3	40	50
a_4	80	10
a_5	20	30

Вариант №0

Альтернативы	Критерий f_1	Критерий f_2
a_1	3	800
a_2	7	200
a_3	5	500
a_4	8	100
a_5	4	300

2) В серии из 4-х задач принятия решений менеджер назначил значения коэффициентов важности критериев, указанные в строках таблицы исходных данных. В каких задачах нарушены правила назначения коэффициентов важности критериев?

Варианты исходных данных

Вариант №1

Номер задачи	Коэф-т важности критерия f_1	Коэф-т важности критерия f_2	Коэф-т важности критерия f_3
1	-0,6	0,3	0,1
2	0,8	0,0	0,2
3	0,5	0,7	0,2
4	0,2	0,5	0,3

Вариант №2

Номер задачи	Коэф-т важности критерия f_1	Коэф-т важности критерия f_2	Коэф-т важности критерия f_3
1	0,4	0,5	0,1
2	-0,8	0,0	0,2
3	0,3	0,7	0,2
4	0,2	0,5	0,3

Вариант №3

Номер задачи	Коэф-т важности критерия f_1	Коэф-т важности критерия f_2	Коэф-т важности критерия f_3
1	0,4	-0,5	0,1
2	0,8	0,0	0,2
3	0,3	0,7	0,2
4	-0,2	0,5	0,3

Вариант №4

Номер задачи	Коэф-т важности критерия f_1	Коэф-т важности критерия f_2	Коэф-т важности критерия f_3
1	-0,4	0,5	0,1
2	0,8	0,0	0,2
3	0,3	0,7	0,2
4	0,2	0,5	-0,3

Вариант №5

Номер задачи	Коэф-т важности критерия f_1	Коэф-т важности критерия f_2	Коэф-т важности критерия f_3
1	-0,4	0,5	0,1
2	0,8	0,0	0,4
3	0,3	-0,7	0,2
4	0,2	0,5	0,3

Вариант №6

Номер задачи	Коэф-т важности критерия f_1	Коэф-т важности критерия f_2	Коэф-т важности критерия f_3
1	-0,4	0,5	0,1
2	0,9	0,0	0,2
3	0,3	0,7	0,2
4	0,2	-0,5	0,3

Вариант №7

Номер задачи	Коэф-т важности критерия f_1	Коэф-т важности критерия f_2	Коэф-т важности критерия f_3
1	-0,4	0,5	0,1
2	0,8	0,0	0,2
3	0,3	0,7	0,2
4	0,2	0,5	-0,3

Вариант №8

Номер задачи	Коэф-т важности критерия f_1	Коэф-т важности критерия f_2	Коэф-т важности критерия f_3
1	-0,4	0,5	0,1
2	0,8	0,0	0,2
3	0,3	0,7	0,2
4	0,4	0,5	0,1

Вариант №9

Номер задачи	Коэф-т важности критерия f_1	Коэф-т важности критерия f_2	Коэф-т важности критерия f_3
1	-0,4	0,5	0,1
2	0,8	0,0	0,2
3	0,3	0,7	0,2
4	0,2	0,5	0,3

Вариант №0

Номер задачи	Коэф-т важности критерия f_1	Коэф-т важности критерия f_2	Коэф-т важности критерия f_3
1	0,4	0,5	0,1
2	0,8	0,0	0,2
3	0,3	0,7	0,2
4	-0,2	0,5	0,3

3) Множество альтернатив включает пять вариантов

$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$. Альтернативы оцениваются по трем критериям f_1, f_2, f_3 , значения которых для каждой из альтернатив представлены в таблице исходных данных:

Набор экстремальных требований имеет вид:

$$f_1 \rightarrow \max, f_2 \rightarrow \max, f_3 \rightarrow \max.$$

Коэффициенты относительной важности локальных критериев имеют следующие значения: $\lambda_1 = 0,5$; $\lambda_2 = 0,3$; $\lambda_3 = 0,2$.

Требуется выбрать наиболее предпочтительные решения с использованием:

- а) линейной формы интегрального критерия;
- б) метода минимакса;

Пояснение: Предварительно следует нормировать критерии для приведения их к соизмеримому виду. Для этого в каждом столбце таблицы исходных данных следует выделить максимальный элемент и разделить на него все элементы данного столбца. Все дальнейшие расчеты ведутся с нормированными критериями. Порядок решения задачи изложен в уч. пособии, с.45-49.

Варианты исходных данных

Вариант №1

Альтернатива	Критерий f_1	Критерий f_2	Критерий f_3
a_1	10	30	200
a_2	5	100	1000
a_3	2	60	300
a_4	7	80	700
a_5	4	80	500

Вариант №2

Альтернатива	Критерий f_1	Критерий f_2	Критерий f_3
a_1	5	70	1000
a_2	8	30	700
a_3	10	60	300
a_4	7	70	900
a_5	4	100	500

Вариант №3

Альтернатива	Критерий f_1	Критерий f_2	Критерий f_3
a_1	0,5	100	20
a_2	1,0	30	70
a_3	0,2	60	30
a_4	0,7	70	100
a_5	0,4	80	50

Вариант №4

Альтернатива	Критерий f_1	Критерий f_2	Критерий f_3
a_1	50	10	200
a_2	100	3	700
a_3	20	6	300
a_4	70	7	1000
a_5	40	8	500

Вариант №5

Альтернатива	Критерий f_1	Критерий f_2	Критерий f_3
a_1	5	50	200
a_2	6	30	700
a_3	2	60	300
a_4	10	70	1000
a_5	4	100	1000

Вариант №6

Альтернатива	Критерий f_1	Критерий f_2	Критерий f_3
a_1	5	100	200
a_2	10	30	700
a_3	2	60	400
a_4	7	70	1000
a_5	4	100	500

Вариант №7

Альтернатива	Критерий f_1	Критерий f_2	Критерий f_3
a_1	5	100	200
a_2	9	30	800
a_3	10	60	300
a_4	7	70	1000
a_5	4	100	500

Вариант №8

Альтернатива	Критерий f_1	Критерий f_2	Критерий f_3
a_1	5	10	100
a_2	8	30	700
a_3	2	60	400
a_4	10	10	1000
a_5	4	100	500

Вариант №9

Альтернатива	Критерий f_1	Критерий f_2	Критерий f_3
a_1	5	100	100
a_2	10	30	700
a_3	2	60	1000
a_4	7	70	100
a_5	4	80	500

Вариант №0

Альтернатива	Критерий f_1	Критерий f_2	Критерий f_3
a_1	500	100	2
a_2	1000	30	7
a_3	200	60	3
a_4	700	70	10
a_5	400	80	5

Задание №4

В данном задании следует решить одну из задач, относящихся к сфере производственного менеджмента, а именно задачу определения оптимальной очередности выполнения работ на технологической линии, состоящей из двух машин, последовательно выполняющих две технологические операции (эта задача именуется задачей Джонсона).

Условия задачи:

- технологическая линия состоит из m машин;

- к запуску на линию подготовлены n работ, выполнение каждой из которых предполагает m последовательных операций;

- операции каждой из работ нельзя разделить на части и прерывать процесс выполнения;

- каждая машина в определенный момент времени выполняет только одну операцию какой-либо из работ;

- запрещены простои свободных машин при наличии готовых к выполнению закрепленных за ними операций.

- для каждой работы заданы длительности выполнения каждой ее операции (в условных единицах времени).

Требуется найти такую последовательность (очередность) запуска работ на линию, при которой обеспечивается минимальное общее время выполнения всех работ.

Метод решения задачи, предложенный С. Джонсоном для линии из двух машин, изложен в учебном пособии (см. тема 5, стр. 95-96).

Индивидуальные варианты исходных данных представлены в следующих таблицах.

Во всех вариантах принято: $m = 2$; $n = 8$.

Вариант № 0

машина	Работа <i>a</i>	Работа <i>b</i>	Работа <i>c</i>	Работа <i>d</i>	Работа <i>e</i>	Работа <i>f</i>	Работа <i>g</i>	Работа <i>k</i>
1	7	3	6	1	6	5	4	8
2	5	4	2	3	8	1	7	3

Вариант № 1

машина	Работа <i>a</i>	Работа <i>b</i>	Работа <i>c</i>	Работа <i>d</i>	Работа <i>e</i>	Работа <i>f</i>	Работа <i>g</i>	Работа <i>k</i>
1	5	12	7	11	3	9	14	13
2	10	6	8	10	4	5	16	7

Вариант № 2

машина	Работа <i>a</i>	Работа <i>b</i>	Работа <i>c</i>	Работа <i>d</i>	Работа <i>e</i>	Работа <i>f</i>	Работа <i>g</i>	Работа <i>k</i>
1	7	9	3	5	8	12	2	4
2	8	4	8	2	10	6	3	3

Вариант № 3

машина	Работа <i>a</i>	Работа <i>b</i>	Работа <i>c</i>	Работа <i>d</i>	Работа <i>e</i>	Работа <i>f</i>	Работа <i>g</i>	Работа <i>k</i>
1	13	12	4	7	8	5	6	11
2	16	8	6	3	13	4	6	7

Вариант № 4

машина	Работа <i>a</i>	Работа <i>b</i>	Работа <i>c</i>	Работа <i>d</i>	Работа <i>e</i>	Работа <i>f</i>	Работа <i>g</i>	Работа <i>k</i>
1	4	6	7	9	7	5	10	14
2	9	12	3	1	9	10	4	8

Вариант № 5

машина	Работа <i>a</i>	Работа <i>b</i>	Работа <i>c</i>	Работа <i>d</i>	Работа <i>e</i>	Работа <i>f</i>	Работа <i>g</i>	Работа <i>k</i>
1	3	6	10	12	7	8	2	9
2	2	7	5	6	10	4	7	3

Вариант № 6

машина	Работа <i>a</i>	Работа <i>b</i>	Работа <i>c</i>	Работа <i>d</i>	Работа <i>e</i>	Работа <i>f</i>	Работа <i>g</i>	Работа <i>k</i>
1	15	7	20	6	9	11	8	10
2	9	11	8	8	3	2	11	13

Вариант № 7

машина	Работа <i>a</i>	Работа <i>b</i>	Работа <i>c</i>	Работа <i>d</i>	Работа <i>e</i>	Работа <i>f</i>	Работа <i>g</i>	Работа <i>k</i>
1	3	5	9	7	11	13	8	6
2	8	3	13	4	6	15	5	9

Вариант № 8

машина	Работа <i>a</i>	Работа <i>b</i>	Работа <i>c</i>	Работа <i>d</i>	Работа <i>e</i>	Работа <i>f</i>	Работа <i>g</i>	Работа <i>k</i>
1	9	12	8	5	14	9	7	4
2	7	12	9	9	8	12	5	7

Вариант № 9

машина	Работа <i>a</i>	Работа <i>b</i>	Работа <i>c</i>	Работа <i>d</i>	Работа <i>e</i>	Работа <i>f</i>	Работа <i>g</i>	Работа <i>k</i>
1	7	10	8	6	11	9	12	5
2	8	5	4	7	9	12	6	7

При оформлении отчета по этому заданию следует указать все этапы алгоритма получения искомого результата и представить оптимальную последовательность запуска работ на линию.

После выполнения всех четырех заданий результаты следует представить в виде единого файла, содержащего также титульный лист с указанием следующих данных:

- кафедра экономической теории;
- Контрольная работа по дисциплине «Менеджмент»;
- Студент (ф.и.о.);
- номер зачетной книжки;
- группа.

Оформленная контрольная работа должна быть выслана на проверку по электронному адресу группы заочного обучения в установленные сроки.

Примерный перечень вопросов к экзамену

№ п/п	Формулировка вопросов
1	Каковы особенности управления в организационных системах?
2	Какие факторы обуславливают необходимость реализации функции управления?
3	Дайте характеристику основных этапов развития менеджмента.
4	Изобразите и поясните общую схему процесса управления.
5	Перечислите основные функции менеджмента
6	Раскройте содержание и технологию реализации функции целеполагания
7	Раскройте содержание и технологию реализации функций планирования и организации выполнения планов
8	Поясните различие между функциями мотивации и стимулирования работников
9	Поясните содержание основных этапов процесса принятия управленческих решений
10	Какие компоненты входят в формализованную модель принятия решений?
11	Какими свойствами обладают Парето-оптимальные решения? Как они устанавливаются и каково их значение в задачах выбора?
12	Назовите основные формальные методы обоснования управленческих решений
13	Назовите возможные источники неопределенности в задачах принятия решений. Как проявляется неопределенность? Какие возможны пути ее снижения?
14	Как соотносятся между собой понятия неопределенности и риска?
15	Поясните понятие функции полезности. В каких случаях целесообразно использовать эти функции при выборе решений?
16	Поясните структуру модели выбора в условиях риска (модель лотереи)
17	Поясните понятие устойчивости принимаемых решений.
18	Поясните особенности принятия коллегиальных решений. Поясните различия процедур голосования по правилам Борда и Кондорсе?
19	Поясните основные организационные формы принятия управленческих решений
20	Какие факторы и личные характеристики работников формируют отношения между ними. Как межличностные отношения влияют на эффективность совместной деятельности?
21	Какими личными качествами должен обладать лидер?.
22	Дайте характеристику различных стилей руководства.

23	Как соотносятся между собой деловая этика и этикет?
24	Дайте характеристику различных методов управления коллективом
25	В чем состоит сущность конфликтов в коллективе? Каковы их виды?
26	Дайте характеристику способов управления конфликтами
26	Приведите перечень основных задач производственного менеджмента
27	Дайте характеристику задач и принципов организации системы менеджмента качества на предприятии. Какова роль стандартов качества?
28	Дайте характеристику задач инновационного менеджмента. Какова роль инноваций в обеспечении экономического развития предприятия?
29	В чем состоит специфика инновационных проектов? Как оценивается их эффективность?
30	Дайте характеристику задач информационного менеджмента. Дайте характеристику способов организации и представления основных производственных данных в информационных системах.

Рекомендуемая литература

1. Герчикова И.Н. Менеджмент [Электронный ресурс]: учебник/ Герчикова И.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012.— 511 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15396>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Менеджмент [Электронный ресурс]: учебное пособие/ М.В. Аветисян [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Юриспруденция, 2012.— 243 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8061>.— ЭБС «IPRbooks» (для технологов)
3. Мазилкина Е.И. Маркетинг в отраслях и сферах деятельности [Электронный ресурс]: учебник/ Мазилкина Е.И.— Электрон. текстовые данные.— Ростов-на-Дону: Феникс, 2012.— 197 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4983>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Эриашвили Н.Д. Основы менеджмента [Электронный ресурс]: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям/ Эриашвили Н.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012.— 271 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8111>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Михненко П.А. Теория менеджмента [Электронный ресурс]: учебник/ Михненко П.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2012.— 304 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17048>.— ЭБС «IPRbooks»

