

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт Машиностроения и Автомобильного транспорт
Кафедра Автотранспортная и техносферная безопасность

Курс лекций по дисциплине
«УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ»

Направление подготовки 23.04.01 «Технология транспортных процессов»

Программа подготовки: «Организация автомобильных перевозок и безопасность
движения»

Уровень высшего образования : магистратура

Форма обучения : очная

Составитель
Ф.П. Касаткин

Владимир 2016 г.

. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Под принятием решений понимается особый процесс человеческой деятельности, направленный на выбор наилучшего варианта действий.

1. Люди, принимающие решения

Слова «принятие решений» в настоящее время используются очень широко. Говорят, что наилучший вариант решения может быть получен путем математических расчетов, и есть случаи, когда это возможно. Говорят о компьютерах или роботах, принимающих решения, и это тоже имеет место. В данной книге мы рассматриваем задачи принятия решений человеком.

Как в жизни отдельного человека, так и в повседневной деятельности организаций принятие решений является важнейшим этапом, который определяет их будущее. Человек выбирает профессию, друзей, партнера по браку, работу, дом и многое другое, причем история его жизни есть последовательность удачных или неудачных решений. Правители стран, президенты, премьер-министры, короли, цари решают, с кем сотрудничать и с кем воевать, проводить ли реформы, запрещать или разрешать, казнить или миловать. Эти решения составляют основное содержание учебников по истории.

Для подавляющего большинства человеческих решений нельзя точно рассчитать и оценить последствия. Можно лишь предполагать, что определенный вариант решения приведет к наилучшему результату. Однако такое предположение может оказаться ошибочным, потому что никто не может заглянуть в будущее и знать все наверняка.

Поэтому человеческие решения являются исключительно важным для практики и интересным для науки объектом исследования. Уступая компьютеру в скорости и точности вычислений, человек тем не менее обладает уникальным умением быстро оценивать обстановку, выделять главное и отбрасывать второстепенное, соизмерять противоречивые оценки, восполнять неопределенность своими догадками. Эти ценные качества спасали людей на всем протяжении человеческой истории. Как человек принимает решения, почему одни преуспевают там, где другие терпят неудачи, — во всем этом следует разобраться. Современные знания о человеке, делающем выбор, и средствах, которые могут ему помочь в этом, изложены в данной книге.

2. Люди и их роли в процессе принятия решений

В процессе принятия решений люди могут играть разные роли. Будем называть человека, фактически осуществляющего выбор наилучшего варианта действий, **лицом, принимающим решения (ЛПР)**.

Наряду с ЛПР следует выделить как отдельную личность *владельца проблемы* - человека, который, по мнению окружающих, должен ее решать и несет ответственность за принятые решения. Но это далеко не всегда означает, что владелец проблемы является также и ЛПР. Конечно, он может быть таковым, и история дает нам многочисленные примеры совмещения этих двух ролей. Но бывают ситуации, когда владелец проблемы является лишь одним из нескольких человек, принимающих участие в ее решении. Он может быть председателем коллективного органа, принимающего решения, вынужденным идти на компромиссы, чтобы достичь согласия.

Иногда личности ЛПР и владельца проблемы просто не совпадают. Мы все знаем семьи, в которых номинальный глава семьи ничего не решает. Точно таким же образом некоторые руководители стремятся переложить на других принятие решений: глава фирмы полагается на своего заместителя, а президенты подписывают подготовленные другими (и иногда противоречивые) распоряжения. Таким образом, владелец проблемы и ЛПР могут быть как одной, так и разными личностями.

Третьей ролью, которую может играть человек в процессе принятия решений, является роль руководителя или участника *активной группы* - группы людей, имеющих общие интересы и старающихся оказать влияние на процесс выбора и его результат. Так, пытаясь повлиять на экономическую политику страны, одни активные группы организуют забастовки, другие - шумную кампанию поддержки правительства в печати, третьи выделяют средства для поддержки правительства — дают займы.

Человек осуществляет ответственный выбор, находясь в положении *избирателя*, который должен решить, за какую личность или за какую политическую партию голосовать. При этом избиратель является одним из многих участников процесса принятия коллективного решения.

Если решения принимаются малой группой, члены которой формально имеют равные права (жюри, комиссия), то человек является *членом группы*, принимающей решения. Главное в деятельности такой группы - достижение согласия при выработке совместных решений.

В процессе принятия решений человек может выступать в качестве *эксперта*, т. е. профессионала в той или иной области, к которому обращаются за оценками и рекомендациями все люди, включенные в этот процесс. Так, при перестройке организации ЛПР обращается за советом к опытному администратору. Эксперты могут помочь бизнесмену в оценке экономической эффективности выпуска новой продукции и т.д.

При принятии сложных (обычно стратегических) решений в их подготовке иногда принимает участие *консультант по принятию решений*. Его роль сводится к разумной организации процесса принятия решений: помощи ЛПР и владельцу проблемы в правильной постановке задачи, выявлении позиций активных групп, организации работы с экспертами. Консультант (или аналитик) обычно не вносит свои предпочтения, оценки в принятие решений, он только помогает другим взвесить все «за» и «против» и выработать разумный компромисс.

Кроме того, в принятии решений неявно участвует окружение ЛПР, сотрудники той организации, от имени которой ЛПР принимает решения. Обычно эта группа людей имеет общие взгляды, общие ценностные установки. Именно этой группе ЛПР в первую очередь объясняет логичность, разумность, обоснованность своего решения. В связи с этим, хотя ЛПР принимает индивидуальные решения, он учитывает политику и предпочтения данной группы лиц.

3. Особая важность проблем индивидуального выбора

На практике индивидуальные задачи принятия решений весьма распространены в обществе. Возьмите фирмы, компании, банки. Несмотря на существование коллегий, правлений и советов, обычно есть центральная фигура — ЛПР, определяющая курс, тактику и стратегию действий на предстоящий период. От прозорливости этого лидера, его личных качеств зависит очень многое. Среди подобных качеств у успешных ЛПР обязательно умение договариваться с людьми, убеждать их в правильности и обоснованности своих действий. То же самое мы видим в правительствах, политических партиях - всегда выдвигаются лидеры, и именно они принимают основные решения.

Широкая распространенность задач индивидуального выбора, возможность учесть коллективные предпочтения, пристрастия и интересы активных групп при решении этих задач делают в настоящее время проблемы индивидуального выбора наиболее практически важным классом задач принятия решений. Поэтому особое внимание мы будем уделять именно процессам принятия индивидуальных решений.

4. Альтернативы

Варианты действий принято называть альтернативами. Альтернативы — неотъемлемая часть проблемы принятия решений: если не из чего выбирать, то нет и выбора. Следовательно, для постановки задачи принятия решений необходимо иметь хотя бы две альтернативы.

Альтернативы бывают независимыми и зависимыми. Независимыми являются те альтернативы, любые действия с которыми (удаление из рассмотрения, выделение в качестве единственно лучшей) не влияют на качество других альтернатив. При зависимых альтернативах оценки одних из них оказывают влияние на качество других. Имеются различные типы зависимости альтернатив. Наиболее простым и очевидным является непосредственная групповая зависимость: если решено рассматривать хотя бы одну альтернативу из группы, то надо рассматривать и всю группу. Так, при планировании развития города решение о сохранении исторического центра влечет за собой рассмотрение всех вариантов его реализации.

Задачи принятия решений существенно различаются также в зависимости от наличия альтернатив на момент выработки политики и принятия решений. Встречаются задачи, когда все альтернативы уже заданы, уже определены, и необходимо лишь выбрать лучшие из этого множества. Например, мы можем искать наиболее эффективную фирму из уже имеющихся, определять лучший университет, лучшую из построенных яхт и т.д. Особенностью этих задач является замкнутое, нерасширяющееся множество альтернатив. Но существуют задачи другого типа, где все альтернативы или их значительная часть появляются после принятия основных решений. Например, необходимо разработать правило открытия кредитов в банке для организаций или частных лиц. Здесь альтернативы (конкретные организации или лица) принципиально появляются лишь после выработки и оглашения правил.

Когда альтернатив много (сотни и тысячи), внимание ЛПР не может сосредоточиться на каждой из них. В таких ситуациях возрастает необходимость в четких правилах выбора, в процедурах использования экспертов, в разработке совокупности правил, позволяющих проводить в жизнь непротиворечивую и последовательную политику.

Во всем этом существует потребность и тогда, когда число альтернатив невелико (до 20). В таких задачах, как, например, выбор плана политической кампании, выбор трассы газопровода, выбор плана развития города, основных альтернатив, с рассмотрения которых начинается выбор, сравнительно немного. Но они не являются единственно возможными. Часто на их основе в процессе выбора возникают новые альтернативы. Первичные, основные альтернативы не всегда удовлетворяют участников процесса выбора. Однако они помогают им понять, чего конкретно не хватает, что реализуемо при данной ситуации, а что - нет. Этот класс задач можно назвать задачами с конструируемыми альтернативами.

5. Критерии

В современной науке о принятии решений считается, что варианты решений характеризуются различными показателями их привлекательности для ЛПР. Эти показатели называют признаками, факторами, атрибутами или критериями. Мы принимаем для последующего изложения термин «критерий».

Будем называть *критериями оценки альтернатив* показатели их привлекательности (или непривлекательности) для участников процесса выбора.

В профессиональной деятельности выбор критериев часто определяется многолетней практикой, опытом. В подавляющем большинстве задач имеется достаточно много критериев оценок вариантов решений. Эти критерии могут быть независимыми или зависимыми.

Предположим, что две сравниваемые альтернативы имеют различные оценки по первой группе критериев и одинаковые — по второй группе. В теории принятия решений принято считать критерии зависимыми, если предпочтения ЛПР при сравнении альтернатив меняются в зависимости от значений одинаковых оценок по второй группе критериев. Предположим, что человек при покупке автомобиля учитывает три критерия: цену (чем меньше, тем лучше), размер (чем больше, тем лучше) и конструкцию коробки передач (гидравлическая лучше механической). Пусть по третьему критерию

сравниваемые автомобили имеют одинаковую оценку. Тогда ЛПР предпочитает большую и сравнительно дешевую машину небольшой и более дорогой при гидравлической коробке передач. Но его предпочтения могут измениться на обратные при механической коробке передач из-за трудностей в вождении большой машины.

На сложность задач принятия решений влияет также количество критериев. При небольшом числе критериев (два — три) задача сравнения двух альтернатив достаточно проста и прозрачна, качества по критериям могут быть непосредственно сопоставлены и может быть выработан компромисс. При большом числе критериев задача становится малообозримой. К счастью, при большом количестве критериев они обычно могут быть объединены в группы, имеющие конкретное смысловое значение и название. Основанием для естественной группировки критериев является возможность выделить плюсы и минусы альтернатив, их достоинства и недостатки (например, стоимость и эффективность). Такие группы, как правило, независимы. Выявление структуры на множестве критериев делает процесс принятия решений значительно более осмысленным и эффективным.

6. Оценки по критериям

Использование критериев для оценки альтернатив требует определения градаций качества: лучших, худших и промежуточных оценок. Иначе говоря, существуют шкалы оценок по критериям.

В принятии решений принято различать шкалы непрерывных и дискретных оценок, шкалы количественных и качественных оценок. Так, для критерия «стоимость» может быть использована непрерывная количественная шкала оценок (в денежных единицах). Для критерия «наличие дачи» может быть использована качественная двоичная шкала: есть либо нет. Кроме категорий «качественные — количественные», «непрерывные - дискретные», в принятии решений различают следующие типы шкал.

1. Шкала порядка — оценки упорядочены по возрастанию или убыванию предпочтений ЛПР. Примером может служить шкала экологической чистоты района около места жительства:

- очень чистый район;
- вполне удовлетворительный по чистоте;
- экологическое загрязнение велико.

2. Шкала равных интервалов — интервальная шкала. Для этой шкалы имеются равные расстояния по изменению качества между оценками. Например, шкала дополнительной прибыли для предпринимателя может быть следующей: 1 млн, 2 млн, 3 млн и т.д. Для интервальной шкалы характерно, что начало отсчета выбирается произвольно, так же как и шаг (расстояние между оценками) шкалы.

3. Шкала пропорциональных оценок - идеальная шкала. Примером является шкала оценок по критерию стоимости, отсчет в которой начинается с установленного значения (например, с нулевой стоимости).

В принятии решений чаще всего используются порядковые шкалы и шкалы пропорциональных оценок.

7. Процесс принятия решений

Не следует думать, что принятие решений есть одномоментный акт. Очень часто это достаточно длинный и мучительный процесс. Г. Саймон выделяет в нем три этапа: поиск информации, поиск и нахождение альтернатив и выбор лучшей альтернативы.

На первом этапе собирается вся доступная на момент принятия решения информация: фактические данные, мнения экспертов. Там, где это возможно, строятся математические модели; проводятся социологические опросы; определяются взгляды на проблему со стороны активных групп, влияющих на ее решение. Второй этап связан с определением того, что можно, а чего нельзя делать в имеющейся ситуации, т. е. с определением вариантов решений (альтернатив). И уже третий этап включает в себя сравнение альтернатив и выбор наилучшего варианта (или вариантов) решения.

8. Множество Эджворта-Парето

Например, при оценке альтернатив использовались два критерия: стоимость и привлекательность. Варианты, которые упоминались в диалоге супругов, можно представить в виде табл. 1.1.

Альтернативы, представленные в табл. 1.1, изображены графически на рис. 1.1. Рисунок показывает, почему при выборе предпочитают тур в Свапландию: он не хуже по критериальным оценкам каждого из двух других туров, а по одному из критериев - явно лучше.

Введем следующее определение. Назовем альтернативу *A* *доминирующей* по отношению к альтернативе *B*, если по всем критериям оценки альтернативы *A* не хуже, чем альтернативы *B*, а хотя бы по одному критерию оценка *A* лучше. При этом альтернатива *B* называется доминируемой.

Таблица 1.1 Сравнение туров

Альтернатива	Критерий	
	Стоимость	Привлекательность, новые впечатления
1. Океанские острова	Небольшая	Малая
2. Скайландия	Высокая	Большая
3. Свапландия	Небольшая	Большая

Предположим, что по какой-то причине поездка в Свапландию оказалась невозможной (например, из-за участившихся нападений на туристов). В соответствии с рис. 1.1 туры в Скайландию и на Океанские острова не находятся в отношении доминирования. По одному из критериев лучше альтернатива 2, по другому - альтернатива 1.

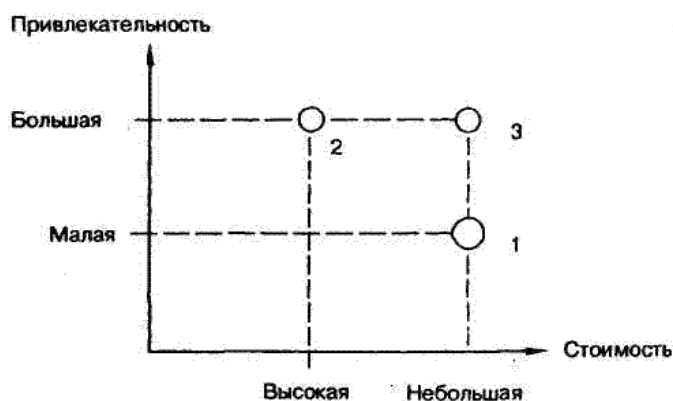


Рис.1.1. Представление альтернатив их оценками по критериям

Предположим, что задана группа альтернатив. Сравним все альтернативы попарно и исключим те из них, которые доминируются хотя бы одной из оставшихся альтернатив. Тогда оставшиеся (недоминируемые) альтернативы принадлежат множеству Эджворта-Парето (Э-П).

Альтернативы, принадлежащие множеству Э-П, невозможно сравнить непосредственно на основе критериальных оценок. Но если решение должно быть принято (например, супруги должны из многих туров выбрать один), то сравнение

альтернатив, принадлежащих множеству Э-П, возможно на основе дополнительной информации. Так, в нашем примере супруги должны решить, что для них более привлекательно: экономия денег или обилие новых впечатлений. Такое сравнение является основным для упомянутого выше третьего этапа процесса принятия решений.

Нетрудно убедиться, что множество Э—П включает в себя наиболее «контрастные» альтернативы, сложные для сравнения. Если стоит задача выбора одной лучшей альтернативы, то она обязательно принадлежит множеству Э-П. Поэтому во многих методах принятия решений очень важен этап выделения множества Э—П из всего множества заданных альтернатив [2].

Один из возможных способов решения этой задачи состоит в попарном сравнении альтернатив и исключении доминируемых. Задача выделения множества Э—П обычно рассматривается как предварительная. За ней следует наиболее существенный этап принятия решений.

9. Типовые задачи принятия решений

Из трех приведенных выше этапов процесса принятия решений наибольшее внимание традиционно уделяется третьему этапу. За признанием важности поиска информации и выделения альтернатив следует понимание того, что эти этапы в высшей степени неформализованы. Способы прохождения этапов зависят не только от содержания задачи принятия решений, но и от опыта, привычек, личного стиля ЛПР и его окружения. Хотя эти же факторы присутствуют при сравнении альтернатив, здесь их роль заметно меньше. Научный анализ проблем принятия решений начинается с момента, когда хотя бы часть альтернатив и/или критериев известна.

В современной науке о принятии решений центральное место занимают многокритериальные задачи выбора. Считается, что учет многих критериев приближает постановку задачи к реальной жизни. Традиционно принято различать три основные задачи принятия решений.

1. Упорядочение альтернатив. Для ряда задач представляется вполне обоснованным требование определить порядок на множестве альтернатив. Так, члены семьи упорядочивают по степени необходимости будущие покупки, руководители фирм упорядочивают по прибыльности объекты капиталовложений и т.д. В общем случае требование упорядочения альтернатив означает определение относительной ценности каждой из альтернатив.

2. Распределение альтернатив по классам решений . Такие задачи часто встречаются в повседневной жизни. Так, при покупке квартиры или дома, при обмене квартиры люди обычно делят альтернативы на две группы: заслуживающие и не заслуживающие более подробного изучения, требующего затрат сил и средств. Группы товаров различаются по качеству. Абитуриент делит на группы вузы, в которые он стремится поступить. Точно так же люди часто выделяют для себя группы книг (по привлекательности для чтения), туристские маршруты и т.д.

3. Выделение лучшей альтернативы . Эта задача традиционно считалась одной из основных в принятии решений. Она часто встречается на практике. Выбор одного предмета при покупке, выбор места работы, выбор проекта сложного технического устройства — эти примеры хорошо знакомы. Кроме того, такие задачи распространены в мире политических решений, где альтернатив сравнительно немного, но они достаточно сложны для изучения и сравнения. Например, необходим лучший вариант организации обмена денег, лучший вариант проведения земельной реформы и т.д. Заметим, что особенностью многих задач принятия политических решений является конструирование новых альтернатив в процессе решения проблем.

10. Пример согласования интересов ЛПР и активных групп

Выше мы уже говорили об активных группах как об участниках процесса принятия решений. Даже небольшие группы людей могут при активных действиях влиять как на процедуры, так и на результат процесса принятия решений. В связи с этим разумный ЛПР

должен уже на первых этапах изучения проблемы выделить активные группы, оценить по их критериям имеющиеся альтернативы и попытаться найти приемлемое для всех решение.

Рассмотрим в качестве примеров три практические задачи выбора. Первая состояла в выборе трассы газопровода на юге европейской территории СССР, вторая - в выборе трассы газопровода на севере Сибири, третья - в выборе трассы нефтепровода на Аляске. Все три задачи характеризовались следующими особенностями: небольшое число альтернатив (два - три), большое число критериев (шесть - десять). Было необходимо выбрать одну, лучшую, альтернативу.

Список критериев обычно включал в себя: стоимость постройки трубопровода; время строительства; надежность трубопровода; вероятность аварий; последствия аварий; влияние на окружающую среду; безопасность для населения и т.д.

Важной особенностью всех трех задач являлось наличие активных групп, влияющих на процесс выбора. К ним относятся: организация, заинтересованная в постройке трубопровода; организация, осуществляющая строительство; представители местной власти и местного населения; государственное ведомство, ответственное за защиту окружающей среды, и т.д.

Отметим, что три практические задачи решались в разных странах: в бывшем СССР, в современной России и в США. Несмотря на существенные различия в процедурах принятия решений, активные группы всюду играли важную роль. Даже в СССР, при централизованной экономике, было необходимо согласовать проект газопровода с четырьмя организациями: ведомством, определяющим задание на проектирование; проектным институтом; региональной администрацией и строительным подрядчиком.

Каждый из участников процесса выбора ориентировался на часть критериев, соответствующих своим предпочтениям, и оценивал альтернативы со своей точки зрения. Соппротивление отдельных участников процесса выбора приводило к затягиванию согласования и, в конечном итоге, к срыву строительства.

Еще более влиятельными были активные группы в двух других примерах. Как известно, в России сейчас значительно возросло влияние региональных властей на принятие решений по проектам, реализация которых связана с постройкой объектов на территории региона. В США строго соблюдаются акты экологической защиты. При этом некоторые альтернативные варианты постройки трубопровода просто запрещаются. Так, был запрещен способ прокладки нефтепровода по насыпи из гравия на береговом шельфе из-за возможного отрицательного влияния на условия обитания рыб.

Отметим, что во всех трех практических задачах проводился поиск решения, учитывающего как интересы ЛПР, так и интересы активных групп. Такой поиск привел к изменению первоначальных альтернатив и к изобретению новых, приемлемых для всех участников процесса выбора.

Очевидно, что учет интересов активных групп не должен приводить ЛПР к отказу от собственных целей и предпочтений. Однако при предварительном анализе (до встречи с представителями активных групп) целесообразно осуществить поиск приемлемого для всех решения — стратегии, при которой все выигрывают.

Конечно, далеко не всегда можно найти такое решение. Часто ЛПР идет на дополнительные расходы, чтобы получить вариант решения, приемлемый для всех участников выбора. Если такие расходы не являются чрезмерными для ЛПР, то следует помнить, что общая поддержка альтернативы означает быстрое проведение в жизнь принятого решения.

11. Многодисциплинарный характер науки о принятии решений

Термин «принятие решений» встречается в различных научных дисциплинах. Прежде всего следует назвать экономику, где исследуются проблемы разумного, рационального использования ограниченных ресурсов потребителем (покупателем

товаров) и производителем. Считается, что у людей есть «внутренние весы», на которых «взвешивается» привлекательность различных объектов - их полезность. Экономика определяет правила рационального поведения людей в задачах выбора.

Термин «принятие решений» активно используется в когнитивной психологии [7]. Психологи давно изучают особенности человеческой системы переработки информации. Рассматриваются гипотезы о том, как влияет организация человеческой памяти на процесс принятия решений. Психологи стремятся экспериментально определить границы человеческих возможностей в задачах выбора.

В такой науке как политология одним из главных объектов изучения является механизм принятия лидерами политических решений.

«Принятие решений» — один из основополагающих терминов в научном направлении, известном под названием «исследование операций» .

Принятие решений является одним из направлений прикладной математики. Ставятся и решаются задачи обоснования свойств функции полезности в зависимости от тех или иных условий, накладываемых на правила выбора.

Слова «принятие решений» можно встретить и в зоологии, когда исследуются проблемы выбора, совершаемого живыми организмами: бабочками, птицами, рыбами, обезьянами и т.д.

Термин «решение проблем», весьма близкий по своему характеру к термину «принятие решений», является центральным для искусственного интеллекта. В рамках этого направления создаются различные компьютерные системы, имитирующие поведение людей при решении тех или иных проблем.

В информатике и вычислительной технике в последнее время уделяется большое внимание построению систем поддержки принятия решений, помогающих человеку в задачах выбора .

Рассмотрение процессов и проблем принятия решений в различных научных дисциплинах вполне оправдано. Центральным для этих проблем является сам акт выбора человеком одного из вариантов решений. В отличие от других научных дисциплин в науке о принятии решений основным предметом является исследование процесса выбора. Эта наука изучает, как человек принимает решения и как следует ему в этом помогать, создавая специальные методы и компьютерные системы.

Итак, принятие решений — это прикладная научная дисциплина. Основную роль в ее развитии играют практики, помогающие людям в сложных задачах выбора. Создание методов принятия решений требует рассмотрения математических, психологических и компьютерных проблем. В связи с этим в развитии принятия решений как научного направления принимают участие математики, психологи, политологи, специалисты по искусственному интеллекту, теории организаций, информатике, вычислительной технике. Мы покажем в данной книге, что междисциплинарный характер во многом определяет специфику принятия решений как научного направления.

Выводы

1. Принятие решений - это специфический , жизненно важный процесс человеческой деятельности , направленный на выбор наилучшего варианта действий .

2. В принятии решений принято различать следующие персональные позиции людей :

- лицо , принимающее решения (ЛПР);
- владелец проблемы ;
- участник активной группы ;
- избиратель ;
- член группы , принимающей согласованные решения ;
- эксперт ;
- консультант по принятию решений ;
- помощник ЛПР .

3. Варианты действий принято называть альтернативами ; показатели привлекательности альтернатив называют критериями . Уровень привлекательности определяется оценкой по критерию .

4. В процессе принятия решений выделяют три этапа : поиск информации , поиск альтернатив , выбор лучшей (или лучших) альтернатив .

5. Альтернативы , недоминируемые другими , составляют множество Эджворта - Парето .

6. Традиционно принято выделять следующие задачи принятия решений :

- упорядочение альтернатив , имеющих оценки по многим критериям ;
- классификация многокритериальных альтернатив ;
- выделение лучшей альтернативы .

. АКСИОМАТИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ

1. Рациональный выбор в экономике

Задача выбора является одной из центральных в экономике. Два основных действующих лица в экономике - покупатель и производитель - постоянно вовлечены в процессы выбора. Потребитель решает, что покупать и за какую цену. Производитель решает, во что вкладывать капитал, какие товары следует производить.

Одно из основных допущений экономической теории состоит в том, что человек делает рациональный выбор. Рациональный выбор означает предположение, что решение человека является результатом упорядоченного процесса мышления. Слово «упорядоченный» определяется экономистами в строгой математической форме. Вводится ряд предположений о поведении человека, которые называются аксиомами рационального поведения.

При условии, что эти аксиомы справедливы, доказывается теорема о существовании некой функции, устанавливающей человеческий выбор, — функции полезности. *Полезностью* называют величину, которую в процессе выбора максимизирует личность с рациональным экономическим мышлением. Можно сказать, что полезность — это воображаемая мера психологической и потребительской ценности различных благ.

С содержательной точки зрения делается предположение, что человек как бы взвешивает на некоторых «внутренних весах» различные альтернативы и выбирает из них ту, полезность которой больше.

Задачи принятия решений с рассмотрением полезностей и вероятностей событий были первыми, которые привлекли внимание исследователей. Постановка таких задач обычно заключается в следующем: человек выбирает какие-то действия в мире, где на получаемый результат (исход) действия влияют случайные события, неподвластные человеку, но имея некоторые знания о вероятностях этих событий, человек может считать наиболее выгодную совокупность и очередность своих действий.

Отметим, что в данной постановке задачи варианты действий обычно не оцениваются по многим критериям. Таким образом, используется более простое (упрощенное) их описание. Рассматривается не одно, а несколько последовательных действий, что позволяет построить так называемые деревья решений (см. далее).

Человек, который следует аксиомам рационального выбора, называется в экономике *рациональным человеком*.

2. Аксиомы рационального поведения

Вводится шесть аксиом и доказывается существование функции полезности. Дадим содержательное представление этих аксиом. Обозначим через x , y , z различные исходы (результаты) процесса выбора, а через p , q -вероятности тех или иных исходов. Введем

определение лотереи. Лотереей называется игра с двумя исходами: исходом x , получаемым с вероятностью p , и исходом y , получаемым с вероятностью $1-p$ (рис. 2.1).

Примером лотереи является подбрасывание монеты. При этом, как известно, с вероятностью $p=0,5$ выпадает орел или решка. Пусть $x=\$10$ и $y=-\$10$ (т. е. мы получаем $\$10$ при выпадении орла и платим столько же при выпадении решки). Ожидаемая (или средняя) цена лотереи определяется по формуле $px+(1-p)y$. Приведем аксиомы рационального выбора.

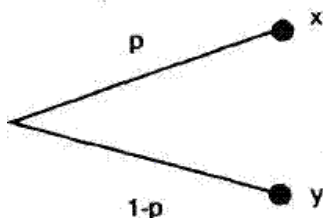


Рис. 2.1. Представление лотереи

Аксиома 1. Исходы x, y, z принадлежат множеству A исходов.

Аксиома 2. Пусть P означает строгое предпочтение (похожее на отношение $>$ в математике); R — нестрогое предпочтение (похожее на отношение \geq); I — безразличие (похожее на отношение $=$). Ясно, что R включает P и I . Аксиома 2 требует выполнения двух условий:

- связности: либо xRy , либо yRx , либо то и другое вместе;
- транзитивности: из xRy и yRz следует xRz .

Аксиома 3. Две представленные на рис. 2.2 лотереи находятся в отношении безразличия.

Справедливость этой аксиомы очевидна. Она записывается в стандартном виде как $((x, p, y) q, y) I (x, pq, y)$. Здесь слева представлена сложная лотерея, где с вероятностью q получаем простую лотерею, в которой с вероятностью p получаем исход x или с вероятностью $(1-p)$ — исход y , и с вероятностью $(1-q)$ — исход y .

Аксиома 4. Если xIy , то $(x, p, z) I (y, p, z)$.

Аксиома 5. Если xRy , то $xP(x, p, y)Py$.

Аксиома 6. Если $xRyPz$, то существует вероятность p , такая, что $y I (x, p, z)$.

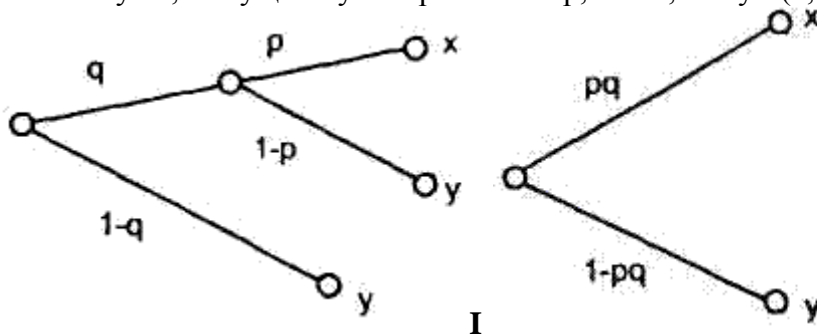


Рис. 2.2. Две лотереи, находящиеся в отношении безразличия

Все приведенные выше аксиомы достаточно просты для понимания и кажутся очевидными.

В предположении, что они выполняются, была доказана следующая теорема [1]: если аксиомы 1-6 удовлетворяются, то существует числовая функция полезности U , определенная на A (множество исходов) и такая, что:

- xRy тогда и только тогда, когда $U(x) \geq U(y)$.
- $U(x, p, y) = pU(x) + (1-p)U(y)$.

Функция $U(x)$ — единственная с точностью до линейного преобразования (например, если $U(x) \geq U(y)$, то и $a + U(x) \geq a + U(y)$, где a — целое положительное число).

3. Задачи с вазами

Теория полезности экспериментально исследовалась в так называемых задачах с вазами (или урнами). Ваза - это непрозрачный сосуд, в котором находится определенное (известное лишь организатору эксперимента) количество шаров различного го цвета. Задачи с вазами типичны для группы наиболее простых задач принятия решений — задач статистического типа. Для решения этих задач надо знать элементарные начала теории вероятностей. Человек делает выбор в этих задачах, основываясь на расчетах. Варианты действий выражены в наиболее простом виде.

Типовая задача для испытуемого может быть представлена следующим образом. Перед испытуемым ставится ваза, которая может быть вазой 1-го или 2-го типа. Дается следующая информация: сколько имеется у экспериментатора ваз 1-го и 2-го типов; сколько черных и красных шаров в вазах 1-го и 2-го типов; какие выигрыши ожидают испытуемого, если он угадает, какого типа ваза; какие проигрыши ожидают его, если он ошибется. После получения такой информации испытуемый должен сделать выбор: назвать, к какому типу принадлежит поставленная перед ним ваза.

Пусть, например, экспериментатор случайно выбирает вазу для испытуемого из множества, содержащего 700 ваз 1-го типа и 300 ваз 2-го типа. Если перед испытуемым находится ваза 1-го типа и он угадает это, то получит выигрыш 350 денежных единиц (д.е.), если не угадает, его проигрыш составит 50 д.е. Если перед ним ваза 2-го типа и он это угадает, то получит выигрыш 500 д.е., если не угадает, его проигрыш составит 100 д.е. Примем, что полезность для испытуемого равна качеству денежных единиц. Испытуемый может предпринять одно из следующих действий: d_1 - сказать, что ваза 1-го типа; d_2 — сказать, что ваза 2-го типа.

Условия задачи можно представить в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Представление задачи с вазами

Тип вазы	Вероятность выбора вазы данного типа	Действия и выигрыши	
		d_1	d_2
1	0.7	350	-100
2	0.3	500	-100

Что же делать человеку? Теория полезности отвечает: оценить среднюю (ожидаемую) полезность каждого из действий и выбрать действие с максимальной ожидаемой полезностью. В соответствии с этой рекомендацией мы можем определить среднее значение выигрыша для каждого из действий:

$$U(d_1) = 0,7 \text{ хог } 350 - 0,3 \text{ хог } 50 = 230 \text{ д.е.};$$

$$U(d_2) = 0,3 \text{ хог } 500 - 0,7 \text{ хог } 100 = 80 \text{ д.е.}$$

Следовательно, разумный человек выберет действие d_1 а не действие d_2 .

Из этого примера следует общий рецепт действий для рационального человека: определить исходы, помножить их на соответствующие вероятности, получить ожидаемую полезность и выбрать действие с наибольшей полезностью.

Задачи с вазами помогут нам познакомиться с построением деревьев решений и принятием решений с их помощью.

4. Деревья решений

Приведенная выше табл. 2.1 может быть представлена в виде дерева решений (рис. 2.3). На этом дереве квадратик означает место, где решение принимает человек, а светлый кружок - место, где все решает случай. На ветвях дерева написаны уже знакомые нам значения вероятностей, а справа у конечных ветвей - значения исходов (результаты).

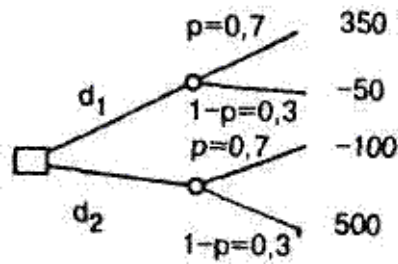


Рис. 2.3. Дерево решений

Для чего нужно дерево решений? Мы можем использовать его для представления своих возможных действий и для нахождения последовательности правильных решений, ведущих к максимальной ожидаемой полезности. Чтобы показать это, усложним задачу. Пусть в вазе 1-го типа содержится 6 красных и 4 черных шара. В вазе второго типа содержится 3 красных и 7 черных шаров. Предоставим человеку, выбирающему между действиями d_1 и d_2 , дополнительные возможности. Пусть он может до своего ответа вытащить за определенную плату один шар из вазы, причем после вытаскивания шар кладется обратно в вазу. Плата за вытаскивание одного шара равна 60 д. е.

Дерево решений с двумя его основными ветвями представлено на рис. 2.4. Вот теперь вопрос о том, какое решение следует принимать, стал сложнее: необходимо решить, стоит ли вынимать шар и какой ответ дать после вытаскивания красного или черного шара. При принятии этих решений нам окажет существенную помощь известный в теории вероятностей (и в теории статистических решений) способ подсчета изменения вероятностей событий после получения дополнительной информации.

Вернемся к описанию задачи. Вероятность вытащить красный шар из вазы 1-го типа $p_K(B_1)=0,6$, а из вазы 2-го типа $p_K(B_2)=0,3$. Зная все условные вероятности (зависящие от условия), а также вероятности p_1 и p_2 выбора ваз 1-го и 2-го типа (см. табл. 2.1), мы можем поставить следующие вопросы.

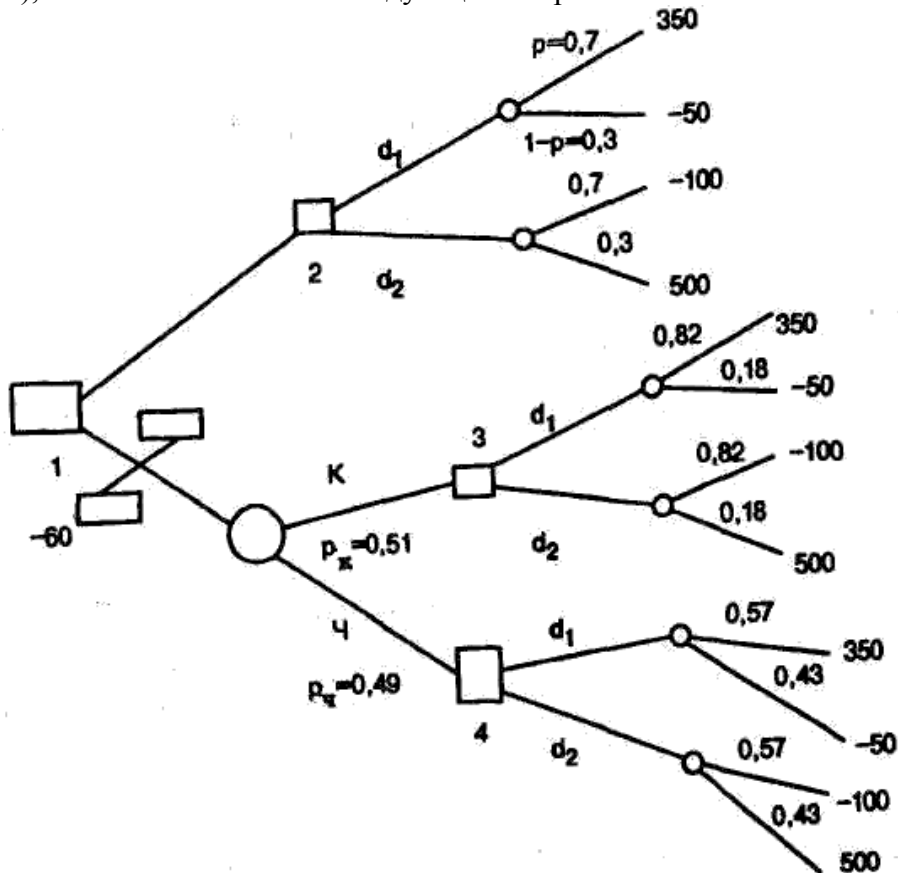


Рис. 2.4. Дерево решений

Первый вопрос: каковы вероятности вытащить красный и черный шары? Для ответа на этот вопрос произведем простые вычисления. Вероятность вытащить красный шар: $p_K(B_1) = 0,7 \cdot 0,6 = 0,42$, если ваза окажется 1-го типа, $p_K(B_2) = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09$, если ваза окажется 2-го типа. Следовательно, вероятность вытаскивать красный шар в общем случае $p_K = 0,51$. Аналогичным образом можно посчитать, что вероятность вытащить черный шар $p_{ч} = 0,49$.

Второй вопрос более сложный. Пусть вытасканный шар оказался красным (черным). Какое действие следует выбрать: d_1 или d_2 ? Для ответа на этот вопрос нужно знать вероятности принадлежности ваз к 1-му и 2-му типам после получения дополнительной информации. Эти вероятности позволяет определить знаменитая формула Байеса [4].

Например, мы вытащили красный шар. Какова после этого вероятность того, что перед нами стоит ваза 1-го типа?

Приведем все обозначения вероятностей:

- $p_K(B_1)$ - вероятность вытащить красный шар из вазы 1-го типа;
- $p_{ч}(B_1)$ — вероятность вытащить черный шар из вазы 1-го типа;
- $p_K(B_2)$ ~ вероятность вытащить красный шар из вазы 2-го типа;
- $p_{ч}(B_2)$ — вероятность вытащить черный шар из вазы 2-го типа;
- $p(B_1)$ - вероятность того, что ваза окажется 1-го типа;
- $p(B_2)$ - вероятность того, что ваза окажется 2-го типа;
- $p(B_1/K)$ - вероятность того, что ваза окажется 1-го типа по сле вытаскивания красного шара;
- $p(B_1/ч)$ - вероятность того, что ваза окажется 1-го типа после вытаскивания черного шара;
- $p(B_2/K)$ - вероятность того, что ваза окажется 2-го типа по сле вытаскивания красного шара;
- $p(B_2/ч)$ - вероятность того, что ваза окажется 2-го типа по сле вытаскивания черного шара.

Формула Байеса позволяет оценить $p(B_i/K)$ и $p(B_i/ч)$, где $i = 1, 2$, используя все прочие вероятности. Например:

$$p(B_{i/k}) = \frac{p_k(B_i) \cdot p(B_i)}{p_k(B_1) \cdot p(B_1) + p_k(B_2) \cdot p(B_2)}$$

Для нашей задачи: $p(B_1/K) = 0,82$; $p(B_1/ч) = 0,57$; $p(B_2/K) = 0,18$; $p(B_2/ч) = 0,43$.

Теперь мы имеем всю информацию, необходимую для принятия решений.

На рис. 2.4 показаны две основные ветви дерева решений, причем верхняя просто повторяет дерево решений на рис. 2.3. Квадратик 1 слева соответствует первому решению - вытаскивать шар или нет. Случаю отказа от вытаскивания шара соответствует верхняя основная ветвь. Решению вытаскивать шар соответствует нижняя ветвь, начинающаяся со случайного со бытия (кружок). В квадратиках 2, 3, 4 принимаются решения о выборе одной из двух стратегий: d_1 или d_2 . Далее все решает случай (кружки).

Есть три простых правила выбора оптимальной (по критерию максимума ожидаемой полезности) последовательности решений на основе дерева решений:

- идти от конечных ветвей дерева к его корню;
- там, где есть случайность (кружок), находится среднее значение;
- там, где есть этап принятия решений (квадратик), выбирается ветвь с наибольшей ожидаемой полезностью, а другая отсекается двумя черточками.

Применим эти правила к дереву решений, представленному на рис. 2.4. В результате получим дерево решений, показанное на рис. 2.5.

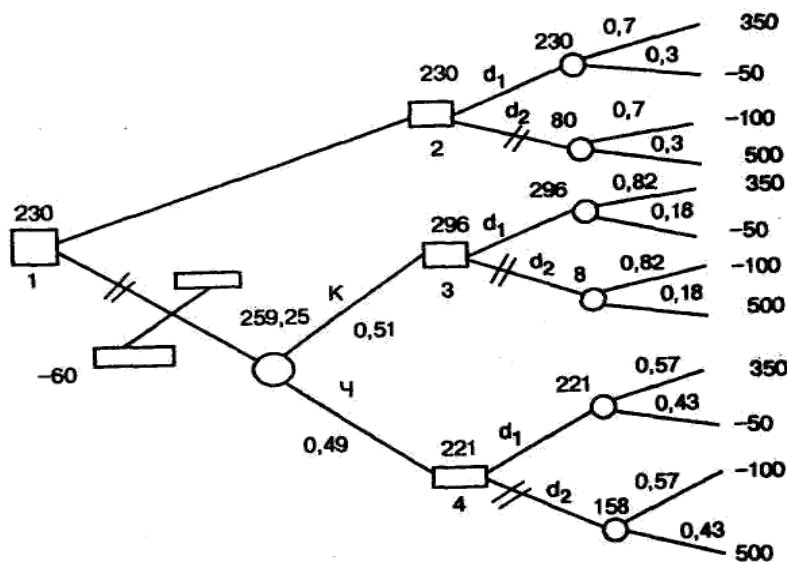


Рис. 2.5. «Сворачивание» дерева решений

На этом рисунке над кружками указаны средние значения полезности, двумя черточками отсечены ветви с меньшим значением ожидаемой полезности. Наилучший вариант действий: шар не вытаскивать и выбирать действие d_1 . Этот вариант соответствует самому верхнему пути дерева решений на рис. 2.5. Такая процедура нахождения оптимального пути на деревьях решений получила название «сворачивание» дерева решений.

Деревья решений при заданных числовых значениях вероятностей и исходов позволяют осуществить выбор той стратегии (последовательности действий), при которой достигается наибольший выигрыш, т.е. достигается максимум функции полезности ЛПР.

5. Парадокс Алле

Возникают вопросы: нельзя ли заменить ЛПР автоматом? Сохраняются ли при сворачивании дерева решений какие-то особенности человеческого поведения? Для ответа на эти вопросы приведем известный парадокс Алле [3] (предложенный французским ученым М. Алле), представленный двумя лотереями на рис.2.6.

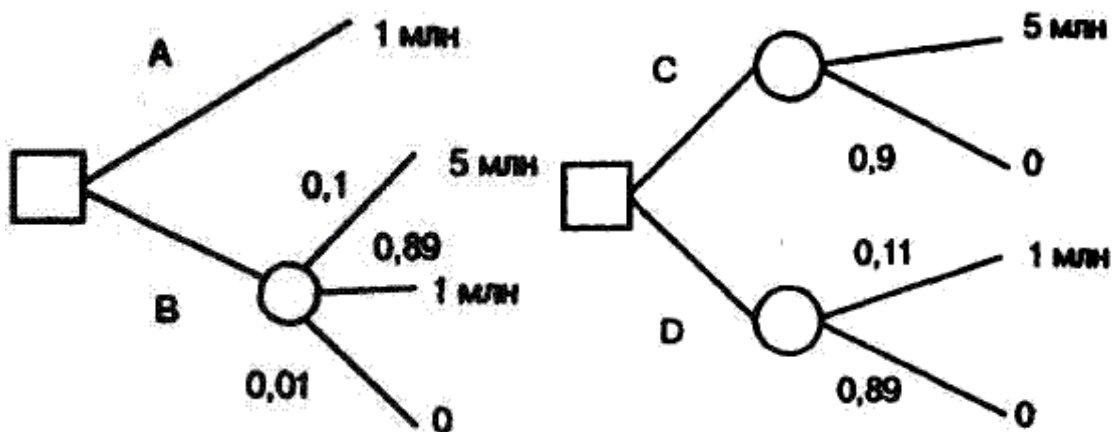


Рис. 2.6. Парадокс Алле

Обозначим: $U(5 \text{ млн})=1$; $U(1 \text{ млн})=U$; $U(0)=0$. В левой лотерее есть выбор между действиями А (получить 1 млн) и В (согласиться на лотерею). В экспериментах подавляющее большинство людей предпочитает А. Из этого следует $U > 0,1A + 0,89A$ или $U > 10/11$.

В правой лотерее есть выбор между действиями С и D (две лотереи). Подавляющее большинство людей предпочитает действие С (почти та же вероятность проиграть, но выигрыш больше). Тогда $1A + 0,1 > 0,11A + U$, т.е. $U < 10/11$. Совершая такой выбор, люди действуют не в соответствии с функцией полезности.

Приведем еще один пример. Рассмотрим две лотереи, пока данные на рис. 2.7. Легко убедиться в том, что средняя цена лотерей одинакова. Но это не означает, что людям безразлично, какую из них выбрать. Подчеркнем, что свобода выбора остается за ЛПР. Предъявление различным группам людей лотерей показало, что люди предпочитают правую лотерею, где при той же средней цене риск проигрыша исключен.

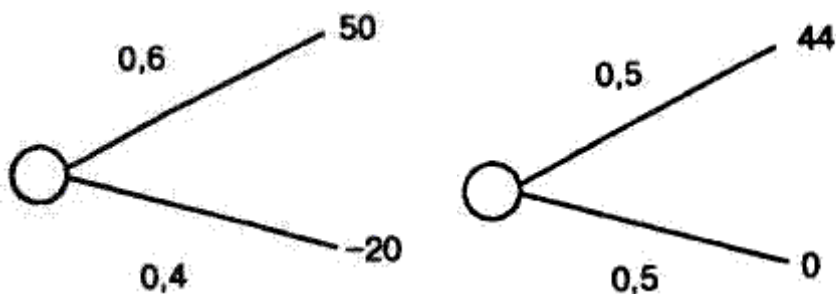


Рис. 2.7. Сравнение двух лотерей

Как же можно объяснить такое поведение людей? Может быть, стоит усомниться в существовании функции полезности? Этот вопрос становится еще более существенным для задач принятия решений, в которых нет информации для объективного подсчета вероятностей. В таких задачах (а их гораздо больше, чем формальных задач с вазами) только эксперты могут дать значения вероятностей. Ясно, что эти значения субъективны. Потребовалось формальное обоснование теории полезности с субъективными вероятностями — теории субъективной ожидаемой полезности [5]. Она также построена аксиоматически.

Но и после построения этой теории остаются те же вопросы о причинах парадоксального поведения людей в задачах принятия решений, где в качестве метода выбора использовались деревья решений и максимизация субъективной ожидаемой полезности.

6. Нерациональное поведение. Эвристики и смещения

Значительную часть фундамента экономики как науки составляет теория полезности. И вдруг в 60-е и 70-е годы появились работы, в которых систематически демонстрировалось отклонение поведения людей от рационального. Авторами наиболее известных работ были: Г.Райфа, М.Алле, А.Тверский, П.Словик, Б.Фишхоф, Д.Канеман, С.Лихтенштейн.

Приведем один из наиболее известных примеров нерационального поведения людей — «дилемму генерала» [6]. Генерал потерпел поражение в войне и хочет вывести свои войска (600 чел.) с территории противника. У него есть две возможные дороги, и разведка дала оценки возможных потерь при выборе каждой из них. Данные о дорогах и возможных потерях представлены на рис. 2.8.

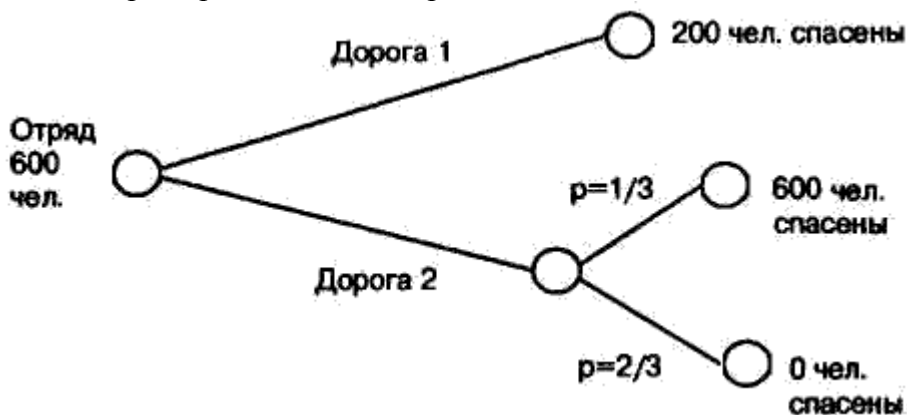


Рис. 2.8. Дилемма генерала

Большинство людей, рассматривающих дилемму, показанную на рис. 2.8, выбирают первую дорогу, стараясь избежать лотереи, когда в одном из исходов погибает

весь личный состав соединения. Но эта же дилемма была представлена испытуемым в ином виде (рис. 2.9). Теперь уже большинство испытуемых выбирает вторую дорогу, так как на ней с вероятностью $p=1/3$ можно спасти все соединение. Легко увидеть, что лоте реи на рис. 2.8 и 2.9 эквивалентны, но одна из них представлена в виде выигрышей, а другая - в виде потерь.

$$\frac{\lambda_i}{\lambda_j} = \frac{1 - \alpha_i}{1 - \alpha_j}; \sum_{i=1}^N \lambda_i = 1$$

Рис. 2.9. Иное представление дилеммы генерала

Многочисленные эксперименты продемонстрировали отклонение поведения людей от рационального, определили эвристики, которые используются при принятии решений. Перечислим наиболее известные эвристики [7].

1. *Суждение по представительности.* Люди часто судят о вероятности того, что объект А принадлежит к классу В только по схожести А на типовой объект класса В. Они почти не учитывают априорные вероятности, влияющие на эту принадлежность. В одном из опытов испытуемым дали краткие описания субъектов из группы в составе 100 человек и попросили определить вероятности того, что рассматриваемый субъект является юристом или инженером при условиях: 1) в группе 70 инженеров и 30 юристов; 2) в группе 30 инженеров и 70 юристов. Ответы были примерно одинаковы. В других экспериментах было показано, что люди ориентируются только на представительность, не учитывая даже размер выборки, по которой выносятся суждения.

2. *Суждение по встречаемости.* Люди часто определяют вероятности событий по тому, как часто они сами сталкивались с этими событиями и насколько важными для них были эти встречи. Так, в одном из опытов испытуемые оценили вероятности нахождения буквы «к» в английских словах на первом и третьем месте. Большинству людей было легче вспомнить слова с буквой «к» на первом месте, и они определили соответствующую вероятность как большую, хотя в действительности спрашивается обратное (на третьем месте буква «к» встречается значительно чаще). Тверский и Канеман отмечают, что многие люди, видимо, верят в «закон малых чисел», утверждающий, что малая выборка хорошо характеризует все множество.

3. *Суждение по точке отсчета.* Если при определении вероятностей используется начальная информация как точка отсчета, то она существенно влияет на результат. Так, при оценках вероятностей событий группам людей давали завышенные и заниженные начальные значения и просили их скорректировать. Средние по группам ответы существенно различались.

4. *Сверхдоверие.* В экспериментах было показано, что люди чрезмерно доверяют своим суждениям, особенно в случаях, когда они выносят суждение о прошлых событиях. Люди переоценивали свои суждения о вероятностях редких явлений природы, о вероятностях изменений курса акций на бирже и т. д. Они были настолько уверены в своих суждениях, что рисковали определенными суммами денег.

5. *Стремление к исключению риска.* Многочисленные эксперименты показывают, что как в экспериментах, так и в реальных ситуациях люди стремятся исключить альтернативы, связанные с риском. Они соглашались на средние (и хуже средних) альтернативы, только чтобы не возникли ситуации, где хотя бы при очень малых вероятностях возможны большие потери.

7. Объяснения отклонений от рационального поведения

Реакция экономистов на результаты психологических исследований была неоднозначной. Приверженцы теории субъективной ожидаемой полезности утверждали, что нерациональность человеческого поведения является кажущейся, так как неправильно сформулирован критерий, который человек стремится оптимизировать. Действительно, если результат выбора известен, то почти всегда можно подобрать критерий, с точки зрения которого этот выбор является оптимальным. Если принять такую точку зрения, то

теория субъективной ожидаемой полезности скорее позволяет объяснить выбор, чем предсказать его].

Признание иррациональности человеческого поведения привело к поиску его причин. Среди этих причин называют:

- недостаток информации у ЛПР в процессе выбора;
- недостаточный опыт ЛПР: он находится в процессе обучения и поэтому меняет свои предпочтения;
- стремление ЛПР найти решение, оптимальное с точки зрения совокупности критериев (целей), строго упорядоченных по важности, но он не может его найти;
- различие между объективно требуемым временем для реализации планов и субъективным горизонтом планирования ЛПР.

8. Должны ли экономисты принимать во внимание отклонения поведения людей от рационального?

Возникает вопрос, всегда ли и насколько необходимо учитывать иррациональность поведения людей в задачах экономического выбора?

Одной из важнейших в экономике задач является задача предсказания поведения потребителя по отношению к конкретным группам товаров или услуг. Знание такого поведения позволяет определить спрос на товар (услугу), подсчитать, сколько нужно произвести товаров (услуг) и по какой цене их можно продавать.

Экономисты различают наблюдаемые предпочтения и выявляемые предпочтения потребителей. Наблюдаемые предпочтения определяются на основе изучения данных о покупках и продажах. Строятся математические модели, описывающие спрос покупателей на определенные товары (услуги). Такие модели позволяют предсказать поведение покупателей по отношению к данному товару (услуге) или близким к нему.

Знание человеческого поведения, человеческих эвристик не дает ничего нового при определении наблюдаемых предпочтений. Действительно, пусть поведение потребителей отличается от рационального - модель опишет такой вид поведения по отношению к наблюдаемому выбору. Ее прогностические способности не изменятся. Пусть, например, известно, что выбор отдельным покупателем сорта чая осуществляется иррационально. Но для производителей чая важны лишь данные о спросе на тот или иной сорт чая для большой группы покупателей (жителей города, области и т.д.). Зависимость спроса на чай от его цены определяется для группы в целом, и на нее мало влияет, насколько рациональны люди при покупке чая.

По-иному обстоит дело с выявляемыми предпочтениями, когда требуется предсказать спрос на основе опроса (мнений) потребителей еще до их выбора. Ясно, что результаты психологических исследований имеют непосредственное и весьма важное значение при выявлении предпочтений потребителей. Для получения надежных данных на основе выявляемых предпочтений необходимо строить опросы с учетом человеческих эвристик. Особое значение имеет форма постановки вопросов, возможные влияния точки отсчета, феномен сверхуверенности и т.д.

При анализе решений производителей товаров (и услуг) знание иррационального человеческого поведения также весьма важно. Правда, существует мнение, что рынок приучает к рациональности, что значительные отклонения от рациональности могут привести к разорению ЛПР. Однако это не позволяет определить, насколько успешно такое обучение.

Стремление учесть реальное поведение людей и приблизить теорию к жизни привело к появлению теории перспектов, разработанной А. Тверским и Д. Канеманом.

9. Теория перспектов

Теория перспектов была разработана для того, чтобы учесть реальные черты человеческого поведения в задачах с субъективными вероятностными оценками. Ставилась цель заменить теорию ожидаемой полезности в качестве средства, позволяющего человеку выбирать предпочтительные варианты действий.

Теория проспектов позволяет учесть три поведенческих эффекта:

- эффект определенности, т.е. тенденцию придавать больший вес детерминированным исходам;
- эффект отражения, т.е. тенденцию к изменению предпочтений при переходе от выигрышей к потерям;
- эффект изоляции, т.е. тенденцию к упрощению выбора путем исключения общих компонентов вариантов решений.

Рассмотрим игру (x, p, y, q) , где исход x осуществляется с вероятностью p , исход y — с вероятностью q , а нулевой исход — с вероятностью $1-p-q$ (рис. 2.10). В теории проспектов игра, представленная на рисунке, называется проспектом. Оценивается ценность (а не ожидаемая полезность) этой игры по следующей формуле:

$$V = V(x) \text{ хог } \Pi(p) + V(y) \text{ хог } \Pi(q),$$

где $V(x)$, $V(y)$ - ценность исходов x , y соответственно, $V(0)=0$ и $\Pi(p)$, $\Pi(q)$ - вес (важность) вероятностей p , q соответственно.

$$C_{за} = \sum_{i=1}^N \lambda_i c_i$$

Рис. 2.10. Представление проспекта

Мы видим первое отличие теории проспектов: вместо вероятностей используется функция от вероятностей.

Проанализируем другие отличия теории проспектов от теории полезности. Во-первых, полезность в теории полезности определялась как прибавление (может быть, и отрицательное) к первоначальному благосостоянию человека. Ценность же отсчитывается от любого уровня, принятого за исходный. Во-вторых, предполагается (для учета поведенческих аспектов), что функция $V(x)$ ценности - выпуклая для выигрышей и вогнутая для потерь (рис. 2.11), причем ее изменение для потерь будет больше, чем для выигрышей.

Важное различие двух теорий состоит в учете вероятностей исходов. Если в теории полезности вероятность умножается на полезность исхода, то в теории проспектов используется функция вероятности $\Pi(p)$, представленная на рис. 2.12. Эта функция также построена специальным образом для учета поведенческих аспектов. Прежде всего $\Pi(p)$ не подчиняется всем законам теории вероятностей. Отметим следующие свойства $\Pi(p)$:

- $\Pi(0)=0$, $\Pi(1)=1$;
- $\Pi(p)+\Pi(1-p) < 1$;
- при малых вероятностях $\Pi(p) > p$;
- отношение $\Pi(p)/\Pi(q)$ ближе к единице при малых вероятностях, чем при больших;
- $\Pi(p)$ плохо определена у крайних значений.

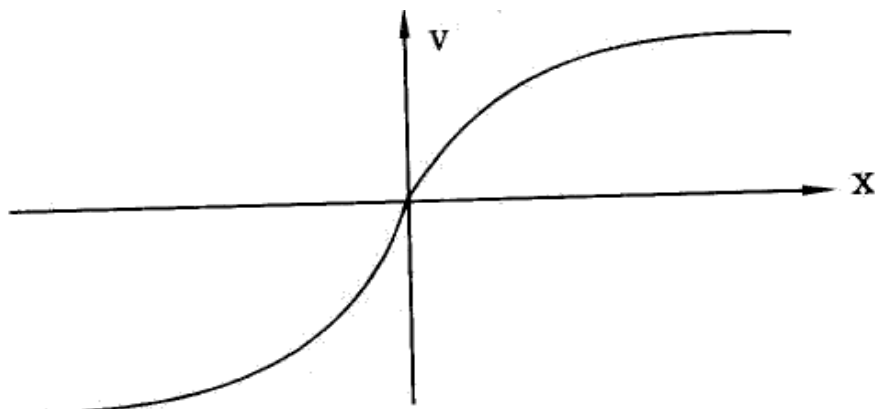


Рис. 2.11. Функция ценности

Вес вероятности

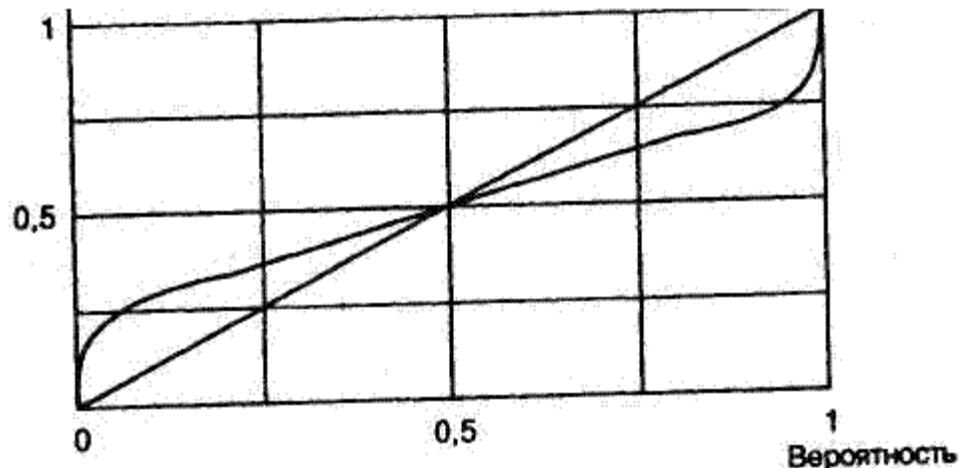


Рис. 2.12. Весовая функция вероятности

Теперь мы можем привести последовательность этапов, рекомендуемую при применении теории проспектов для выбора между различными вариантами действий.

1. Осуществляется редактирование проспекта; этап определен достаточно неформально. В него входит следующее:

- выбирается опорная точка;
- одинаковые исходы объединяются, и их вероятности суммируются;
- одинаковые исходы с равными вероятностями в сравниваемых играх удаляются;
- доминируемые исходы удаляются;
- округляются значения ценностей и вероятностей.

2. Подсчитываются значения ценности для разных вариантов действий по формуле, приведенной выше, после чего выбирается вариант с наибольшей ценностью.

10. Теория проспектов и парадокс Алле

Применим теорию проспектов для анализа парадокса Алле (см. рис.2.6). Из левой лотереи следует

$$U > 1 \otimes \Pi(0,1) + U \otimes \Pi(0,89)$$

или

$$U > \frac{\Pi(0,1)}{1 - \Pi(0,89)}$$

Из правой лотереи следует

$$\Pi(0,1) > U \otimes \Pi(0,11)$$

или

$$\frac{\Pi(0,1)}{\Pi(0,11)} > U$$

Нетрудно убедиться, что из перечисленных выше пяти свойств функции $\Pi(p)$ вытекает возможность выполнения неравенств

$$\frac{\Pi(0,1)}{\Pi(0,11)} > U > \frac{\Pi(0,1)}{1 - \Pi(0,89)}$$

так как $1 - \Pi(0,89) > \Pi(0,11)$ и $1 > \Pi(0,11) + \Pi(0,89)$. Следовательно, теория проспектов позволяет избежать парадокса Алле.

11. Новые парадоксы

Означает ли это, что теория проспектов дает возможность разрешить все противоречия между нормативной теорией, предписывающей нормы рационального поведения, и особенно стаями реального поведения людей? К сожалению, нет. Недостаточно формальный характер описанной выше процедуры редактирования проспекта допускает неоднозначное толкование и применение противоречивых эвристик. Приведем следующий пример.

Пусть необходимо сделать выбор между двумя лотереями:

$T=[(\$100; 0,5); (\$51; 0,25)]$ и $W=[(\$101; 0,5); (\$50; 0,3)]$.

Если мы округлим \$101 до \$100, то первые части лотереи идентичны, и остается выбор между оставшимися частями. Здесь более естественным представляется округление вероятности до 0,3, и тогда лотерея T является более предпочтительной (\$51 против \$50). Если же мы начнем со второй части лотерей, причем округлим как вероятность, так и полезность, то W становится более предпочтительной.

Найдено уже немало примеров, в которых процедуры редактирования проспектов приводят к противоречиям. Несмотря на это, теория проспектов является интересной аксиоматической теорией, стремящейся объединить дескриптивное знание о поведении людей и нормативные правила их рационального поведения.

Выводы

1. Задача принятия решений является одной из центральных в экономике. Предполагается, что лицо, принимающее решение, является рациональным человеком и его решения есть результат упорядоченного процесса мышления. На основе аксиом рациональности доказывается теорема о существовании функции полезности. Осуществляя выбор, рациональный человек максимизирует свою функцию полезности.

2. Наиболее простыми задачами принятия решений являются задачи с вазями. Выбор оптимального решения во многих задачах осуществляется с помощью деревьев решений. Дерево решений представляет все возможные варианты действий ЛПР. Для нахождения оптимального варианта используется метод «сворачивания» дерева.

3. Психологи и экономисты обнаружили ряд парадоксов, демонстрирующих, что поведение людей отличается от рационального. Были найдены многочисленные эвристики, используемые людьми при принятии решений. Иррациональность человека является общепризнанным фактом, который должен учитываться при анализе решений.

4. Теория проспектов построена с целью разрешения противоречий между наблюдаемым поведением ЛПР и требованиями рациональности. Теория проспектов учитывает многие поведенческие эффекты и позволяет устранить ряд парадоксов, возникающих при применении теории полезности.