

Глава 4.

обсуждению методических вопросов, возникающих при применении МДЦ. В первом параграфе описывается методика представления целей и их ОЭП наборами двумерных сечений. При этом, по существу, обобщаются примеры, которые были рассмотрены в предыдущих главах. Показывается, что такие методы визуализации идеи.

и-

стратегий.

о-

тем, основанная на использовании МДЦ.

о-

вания. Приводится пример – самолета.

гий, ос-

нованная на использовании МДЦ, конкретизируется для сл

-

этих проблем.

В пятом параграфе показывается, как метод может быть в переговорах.

– идентификации систем на основе МДЦ.

В заключительном, седьмом параграфе описывается методика использования МДЦ в рамках компьютерных сетей ИНТЕРНЕТ.

4.1. Методы визуализации множеств достижимых целей

Напомним, что в наших исследованиях визуализация множества дости-

двумерных сечений. На этом, в частности, основаны Ди Решений, и-
зации в МДЦ. Для того чтобы задать двумерное сечение некоторого мно-
гомерного множества, надо выбрать те два критерия, достижимые значе-
ния которых будут демонстрироваться на дисплее компьютера (так назы-
ваемые координатные критерии). Далее, надо задать набор значений
остальных (не динатных) критериев. После этого, для изображения
ния многогранного множества, аппроксимирую-
щего множество достижимых целей (или его ОЭП), требуется
вершины сечения, а затем соединить их ребрами. Эта задача не представ-
ляет особой сложности и может быть решена достаточно быстро.

и- а-
тать и изобразить целую совокупность двумерных сечений. Виз

сечений. Для этого требуется задать совокупность знач и-
натных критериев, а затем изобразить соот
сечений. Были разработаны алгоритмы, позволяющие о-

о-
нального компьютера достаточно быстро. В случае невыпуклых мно-
жеств, которые аппроксимируются системами простых фигур, могут быть
я-
моугольников (см. § 5.5). Таким образом, вычислительные проблемы
ны.

возникают два вопроса: задача выбора совокупности наборов зн
критериев, порождающей совокупность дв е-
чений, и задача расположения получаемых сечений на дисплее.

Визуализация в случае трех критериев.

– с трех критериев, когда имеется лишь один некоординатный
критерий. Требуется задать совокупность значений этого критерия. При

удобно распределить равномерно, что может быть сделано автоматиче-
ски. На последующих стадиях анализа пользователь может задать и дру-
е-
рия.

на дисплее. В зависимости от цели исследования, сечения могут быть
расположены одно рядом с другим или наложены одно на другое. Налю-

жение сечений позволяет легко сравнивать их между собой. Напомним, что сечения на цветном дисплее изображаются различными цветами, а на ми. Это позволяет легко понять, е-

ние. Примеры такого изображ

в нашей книге. В то же время, при наложении сечений множества достижимых целей (но не его ОЭП!) одни сечения обычно загораживают другие, т.е. их границы пересекаются, что затрудняет анализ.

Расположение двумерных сечений в ряд (без наложения друг на друга) удобно при изучении множеств достижимых целей в том случае, когда границы двумерных сечений пересекаются. Кроме того, расположение сечений в ряд представляется целесообразным, когда возникает необходимость симуляции множества достижимых целей. Наконец, расположение сечений

множеств, рассмотренной более подробно в конце параграфа. В то же время, наложение сечений ОЭП явно предпочтительнее расположения их в ряд, поскольку позволяет легко понять связь трех критериев.

ный критерий не столь существенно: достаточно одного нажатия клавиши компьютера, чтобы практически мгновенно на двумерной плоскости получить критерий. Именно поэтому можно говорить не столько об анализе множества, сколько о визуализации этого множества в целом.

Часто возникает вопрос о том, почему бы с помощью современного изображения множества. Действительно, предварительная симуляция множества значительно упрощает решение этой задачи. Тем не менее, наш опыт (связанный, впрочем, только с заданием) показывает, что совокупность наложенных двумерных сечений является не только определить координаты любой точки на поверхности сечения, но и легко оценить влияние третьей переменной на геометрию сечения. Этого нет в трехмерной картине. В то же время, трехмерное изображение может быть использовано как вспомогательное, для общей ориентации исследователя (это было продемонстрировано в § 3.1). В связи со сказанным, трехмерные изображения впрямь рассматриваться не будут, а под

на другое двумерных сечений множества достижимых целей (или его ОЭП), соответствующих различным значениям некоординатного критерия, который в случае трехмерного рисунка будем называть цветовым

критерием. При
карта решений.

Визуализация в случае четырех и пяти критериев.

случай четырех критериев. К некоординатным критериям теперь относятся два из них, и для того чтобы дать представление о визуальном множестве, требуется задать совокупность их значений. Совокупность значений этих критериев. Число узлов этой сетки равно произведению значений критериев. Каждому узлу этой сетки соответствует одно двумерное сечение. Выбор значений критериев, может быть осуществлен как автоматически, так и пользователем.

Как и в случае трех критериев, двумерные сечения можно наложить одно на другое. Такая картина, однако, обычно является очень сложной и мало информативной (впрочем, иногда такое наложение оказывается полезным). Можно, наоборот, расположить сечения в виде двумерной матрицы, соответствующей узлам сетки значений некоординатных критериев. Самым удобным способом расположения сечений, однако, является наложение, каждый из которых соответствует

одному критерию (скажем, четвертому). При этом трехмерный рисунок соответствует двум координатным критериям и одному из некоординатных (скажем, третьему). Именно такой подход обычно использовался в нашей книге в случае четырех критериев. Поскольку, как уже говорилось выше, для того, чтобы на дисплее практический рисунок, в котором координатные и третий некоординатный критерии поменялись местами, при

меняется смысл: полезнее говорить о критериях. Это особенно удобно для случая четырех критериев.

Действительно, в случае пяти критериев приходится рассматривать трехмерную сетку, соответствующую трем некоординатным критериям. Если задано значение критерия, то число узлов сетки равно произведению значений критериев. Каждому узлу такой сетки соответствует одно сечение, а в целом сетка порождает матрицу рисунков (пример приведен в главе 2). Число трехмерных рисунков в матрице на дисплее определяется произведением значений критериев (а также и от качества монитора). Пользователю предлагается выбирать значения критериев на рисуночные и нерисуночные, изменить значения в узлах или число узлов. Имеется также возможность изменить исходный диапазон значений любого из критериев. Поскольку множество достижимых целей (или его ОЭП) аппроксимировано заранее,

секунд. Заметим, что исследователь может обратиться к анализу одного трехмерного рисунка, выбрав его в матрице. При этом соответствующие узлы, связанные с выбранным узлом.

Случай более пяти критериев.

ти,

может быть представлена двумерной сеткой, а совокупность трехмерных – матрицей. Для того чтобы преодолеть это затруднение, разобьем нерисуночные критерии на два типа: матричные критерии прокрутки (scroll-bar). Число матричных критериев, значения которых соответствуют строкам и столбцам матрицы рисунков, не превышает двух. Работа с ними описана для случая пяти критериев. Значения критериев

– прокрутки. Пользователь задает значение такого критерия, передвигая движок (thumb) соответствующей прокрутки. Таким образом, совокупность значений критерия прокрутки заранее не задается. Если же такую совокупность значений задать заранее (например, расположить их равномерно), то этот процесс – а-пьютером, причем скорость перебора может быть выбрана пользователем. Если число заданных значений критерия прокрутки велико и они распределены равномерно, то послед

ный эффект.

Динамическая визуализация.

о-вания мультипликационного эффекта более подробно. Начнем с того, что этот эффект можно использовать уже при трех критериях: двух координатных критериях и одном некоординатном. Зададим большое число о-

(или его ОЭП). Если совокупность значений критериев о-но, то возникнет мультипликационный эффект, который позволит пользователю изучить воздействие критериев. Назовим эти значения координатных критериев. Назовим

визуализацией.

тот “кадр” (т.е. значение автоматически перебираемого критерия прокрутки), когда на экране изображено некоторое интересное для него сечение. Выбрав широкое большое число таких кадров, можно получить ряд двумерных сечений, рассмотренный ранее. При этом выбор кадров уже будет отражать интересы пользователя.

ацию трехмерного рисунка, матрицы двумерных сечений или трехмерных рисунков и т.д. Вопрос состоит только в том, за скол

зователь. Напрашивается сравнение динамической визуализации с видеоманитофоном, с помощью е-мом множестве, выбирая попутно наиболее понравившиеся ему кадры. Хотя с точки зрения пользователя такая аналогия вполне уместна, предлагаемая нами методика отличается тем, что кадры не отрисованы заранее,

– ества. Благодаря такой черте МДЦ, пользователь имеет свободный доступ к инф рмации:

фильма (скажем, о динамике данного двумерного сечения при изменении некоторой третьей переменной) на изучение связей других переменных, т.е. на другой фильм. Более того, ему оказывается легко доступен любой потенциально возможный фильм, который может быть реализован на

лей (или его ОЭП).

ОЭП в подпространства критериев.

числа критериев часто возникает следующая идея: а что если вр

ь-ких (скажем, трех) оставшихся. Это можно сделать для уже аппроксимированных множеств достижимых целей и их ОЭП. Если аппроксимация задается системой простых фигур, построение проекций которых осуществляется элементарно, то проблема воо ще не возникает, поэтому рас-жеством.

Проекция многогранника, аппроксимирующего множества до и-мых целей, может быть построена на основе специальных алг ритмов, описанных в § 5.1. Применение этих алгоритмов может быть связано с определенными затруднениями, обсуждаемыми в § 5.1, поэтому в реали-ся. Для ОЭП дело обстоит значительно проще.

В главе 1 мы уже обсуждали свойства ОЭП. Самое важное из них – е-ний на некоординатные критерии. Есл некоординатные критерии, которые на недоминируемом множестве выполняются автоматически, то дальнейшее ослабление этих ограничений к расширению проекции не приведет. Построе

критериев. Таким образом, задача может быть легко решена.

Пусть теперь критерии разбиты на рисуночные и нерисуночные. Вы-самым широким множеством. Это – у-

ночных критериев. Ясно, что максимальное из изображенных сечений является проекцией ОЭП в пространство координатных критериев. Описания использования в случае трех критериев и более.

Визуальное сравнение нескольких множеств.

нескольких, скажем, двух множеств. Подобная задача достаточно распространена, например, если исследуется устойчивость возможностей системы к некоторым параметрам модели. При этом трудно различить множества, т.е. совокупность точек первого множества, не принадлежащих второму, и совокупность точек второго, не принадлежащих первому. При числе критериев большем двух, единственным эффективным средством является визуальный анализ: можно изобразить на дисплее ряд рисунков, каждый из которых в координатных критериев.

– средством представления информации.

Средства мультимедиа и визуализация в МДЦ. Напомним, что мультимедиа (ММ) –

ной задачи: развлечения, обучения, поддержки принятия решений и переговоров и т.д. Выделяют следующие основные принципы ММ:

- 1) использование цифровой технологии;
- 2) интеграция нескольких средств (по крайней мере одно из них должно быть динамическим);
- 3) адаптивность, которая ему требуется в данный момент, и форма ее представления;
- 4) интерактивность.

– основа компьютеров, поэтому данный пункт не нуждается в обсуждении. Отметим лишь, что наиболее распространенными носителями информации являются компакт-диски (CD-ROM), не является единственно возможной. Уже сейчас ММ становится, например, доступно по компьютерным сетям. Интеграция нескольких – основная идея ММ. Среди средств ММ можно выделить: динамические – видеофильмы, анимация, речь, музыка, другие акустические средства, статические – рисунки, фотографии, текст, статическая графика и т.д. Отметим, что в настоящее время используются лишь акустические и визуальные средства, действующие на слух и зрение. В рамках средств виртуальной реальности, которые вскоре также станут

ним из доступных средств ММ, возможно воздействие и на другие – осязание и обоняние.

ставления предопределяет такую организацию систем, при к

вольном запросе. В отличие от обычного фильма, в кот

тельность изображения событий задана заранее, в средствах ММ человек

решать, какую информацию, в каком объеме и в каком виде

буется предоставить.

– гипермедиа (ГМ). Оно предо

ниц информации из ее общей совокупности. Состав н

состояния системы и диалога пользователя с ЭВМ. При этом заранее

определяется, к какой информации можно обр

ом. С помощью ГМ делается

попытка реализовать ассоциативный подход к выбору информации.

Заметим, что хотя ГМ является весьма удобным средством нав

в море информации, оно имеет существенные недостатки. Самый глав

–

ях, заданных разработчиком. Между тем, у кажд

свои ассоциативные связи, определяемые его знаниями, опытом и инте

ресами.

средством анализа, поэтому пе

знак средств ММ очевидным образом присутствует. Инте

–

цией.

Заметим, что хотя акустические средства в настоящее время и

зуются в МДЦ лишь спорадически (например, раздается сигнал при вы

боре целевой точки), возможно систематическое использов

комментариев (не говоря уже о музыке и других звуках). Отметим, что

–

точность, тем выше частота звука.

тивной организации. Как видно из данного параграфа, в пр

обеспечении, реализованном в настоящее время, осущес

свободный доступ к информации, содержащейся в множестве достижи

мых целей (или его ОЭП). По существу, реализ

–

ется решение, соответствующее этой цели. (Заметим, что в системе, опи

санной в § 2.2, использован другой по –

им решения.)

Таким образом, при выборе информации в МДЦ пользователь должен опираться на собственные ассоциации, которые мы заранее предсказать не беремся. В то же время, можно предложить некоторые и-зованные (как принято говорить, структурированные) процедуры анализа множества достижимых целей или его ОЭП. Это облегчает анализ за счет упрощения диалога. Конечно, приходится жертвовать свободой анализа.

цели.

компьютером [13]. В рамках этих процедур пользователь должен отвечать на вопросы о своих предпочтениях. Эти вопросы формулируются с учетом ответов, данных пользователем на предыдущих шагах процедуры. Для того чтобы сформировать оптимальную стратегию, обычно приходится решать некоторые задачи оптимизации. В результате должен прийти к некоторой эффективной стратегии, являющейся наиболее интересной, проявившихся в ответах на вопросы, сформулированные ранее.

Основной проблемой, возникающей при разработке структурированных диалоговых процедур, является следующая: достать вопросы, задаваемые компьютером. Если эти вопросы не соответствуют потребностям пользователя, то он будет давать на них противоречивые ответы либо прекратит диалог до того, как разумное решение будет найдено. Эта проблема рассмотрена в книге [27]. В частности, в ней показано, что достаточно простым является следующий вопрос: выбрать из недоминируемого набора значений критериев такую пару критериев, что значение одного из них следует улучшить, а по второму можно уступить. Далее, в той же работе показано, что оптимальная процедура выбора достижимой цели в рамках МДЦ.

(т.е. набор значений критериев)¹. Далее реализуется последовательность шагов, осуществляемых компьютером, состоящих из следующих двух этапов.

Этап 1. Человек получает набор значений критериев, найденных на предыдущих шагах, и выбирает те два критерия, значения которых хотел бы изменить.

¹ Эта точка может быть найдена на основе использования некоторого “справедливого” правила или на основе приемов, предложенных в рамках программы STEM (см. [27]).

Этап 2. Человек получает на мониторе компьютера сечение ОЭП, в

критерия, а значения некоординатных критериев взяты из набора значений, найденного на предыдущем шаге. При этом на сечении значком отмечено “исходное” сочетание значений двух координатных критериев (см. рис. 1.1). Человек должен указать на этом сечении новое, более предпочтительное сочетание значений этих двух критериев. Найденное сочетание критериев (новые значения координатных критериев и прежние значения остальных) является исходным для следующего шага процедуры, на котором человеку предлагается улучшить недоминируемое сочетание критериев за счет другой пары критериев.

Процедура завершается, когда человек указывает на сечении новое сочетание критериев. В завершение (а при желании и на любом шаге) процедура повторяется для рассмотренной процедуры. Во-первых, ее



Рис. 1.1

рассмотрения ОЭП. Во-вторых, процедура позволяет найти более предпочтительное сочетание. В-третьих, человек имеет право на ошибку: если на сечении отмечено неверное сочетание критериев, всегда можно вернуться к предыдущему шагу. Наконец, процедура имеет

Недостаток процедуры заключается в том, что требуется прод

(скажем, пяти). Чтобы уменьшить число шагов, можно рассматривать не двумерные сечения, а карты решений. В этом случае человек выбирает наиболее предпочтительную точку на карте решений, т.е. решает задачу сразу с тремя критериями. Хотя эта задача сложнее, чем выбор только по двум критериям, она может быть легко решена пользователями, достигшими целей.

Модифицированная структуризованная процедура. В модифицированной процедуре, рассмотренной выше, выбор двух (или трех) критериев, которые будут рассматриваться на втором этапе процедуры, осно-

² Процедура предложена и исследована в [73].

вывался на анализе текущей недоминируемой точки, т.е. совокупности значений критериев, без учета объективных замещений. Может создаться такая ситуация, что пользователь, выбрав пару критериев и взглянув на кривую объективных замещений, увидит, что желаемому ухудшению значения второго. Поэтому он будет вынужден и постараться найти другую, более подходящую пару критериев. Если число критериев в задаче велико, то процесс выбора подхода утомительным. Чтобы помочь пользователю в выборе подходящей пары критериев, модифицируем процедуру, добавив возможность сравнения объективных замещений для различных пар.

каждого критерия. Такая информация рассчитывается в процессе построения ОЭП. Пользователь имеет возможность сузить диапазоны и выделить приемлемые для него значения каждого из критериев. Компьютер следит за тем, чтобы отсекаемая граница не была пустой. Если это произошло, то пользователь из диапазонов.

В дальнейшем в ходе процедуры, наряду с исходными единицами измерения, для каждого критерия мы будем использовать условные единицы, связанные с выбранными диапазонами, так что значения критериев в масштабе (или от нуля до ста).

Как и ранее, предположим, что в начале работы процедуры кривая либо образом находится некоторая недоминируемая целевая точка, принадлежащая выбранным диапазонам значений критериев. Точки, которые будут строиться в процессе работы процедуры, таковы в этих ограничениях.

Для каждого критерия используется рисунок, являющийся наложением нескольких объективных замещений. Собственно говоря, именно для получения

долям (процентам) выбранного диапазона.

Выберем один из критериев и назовем его ведущим. Будем откладывать значения этого критерия по горизонтальной оси. На вертикальной оси откладываем значения остальных критериев. В таких осях можно наложить кривые объективного замещения, получаемые в обычной структурированной процедуре на различных рисунках, соответствующих различным парам координат. Каждая кривая — двумерного сечения, проходящего через заданную точку. Этот рисунок принятый тем, что является изображением

замещений одновременно в различных координатах. Поэтому эти кривые могут пересекаться. Рисунок описанного вида будем называть комплексом кривых.

критерия. Точки пересечения этой линии и кривых соответствуют значениям соответствующих критериев в текущей целевой точке. Кривые дают информацию на значения других критериев. Сравнивая кривые между собой, можно выбрать ту из них, перемещаясь по кривой, минимизируя потери. Этой кривой и будем пользоваться, за счет которого минимизируем потери.

а-ции региона (см. § 1.3). Возьмем исходные (максимальные) данные изменения критериев. В качестве текущей целевой точки возьмем точку С на рис 3.2 главы 1. Предположим, что на данном шаге процедуры предельная заболеваемость. Возьмем этот критерий в качестве ведущего. На рис. 1.2 изображен комплекс кривых замещения. Текущей целью являются критерии – 1 и 2, находящиеся соответственно “Заболеваемость – Прибыль бизнесменов” и “Заболевания фермеров”. Точки с лучшими, чем в текущей целевой точке, значениями критериев лежат на вертикальной линии.

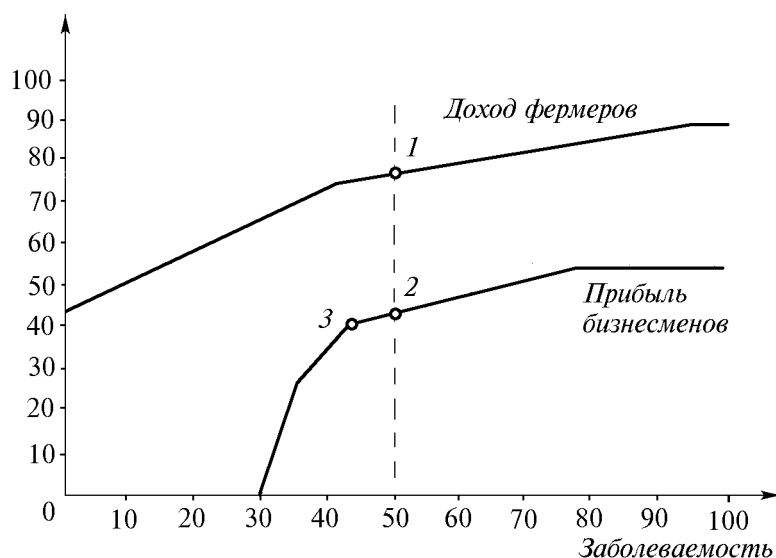


Рис. 1.2

Сравнивая две кривые замещения между собой, мы видим, что кривая для пары “Заболеваемость – Доход фермеров” имеет меньший наклон, чем для пары “Заболеваемость – Прибыль бизнесменов”. Это, скорее всего, говорит о том, что улучшать показатель “Заболеваемость” предпочтительнее за счет уменьшения дохода фермеров, поскольку относительное ухудшение этого критерия будет меньше, чем критерия “Прибыль бизнесменов”. В качестве новой точки можно взять точку 3 на кривой замещения “Заболеваемость – Доход фермеров”.

рис 1.2 показывает замещение только для одной пары критериев. При движении вдоль каждой из этих кривых значения других критериев, не меняются. В частности, после выбора точки 3 в качестве текущей, значение прибыли бизнесменов остается прежним, т.е. таким же, как и в точке 1. Другими словами, после перемещения текущей точки замещения другие кривые замещения, вообще говоря, изменят свою форму. Поэтому по рисунку 1.2 нельзя оценить изменение трех и более критериев.

Удобство представления замещений в виде, приведенном на рис. 1.2, состоит в том, что одновременно можно рассматривать большое количество объективных замещений (скажем, шесть в случае семи критериев). Однако сравнивать замещения приходится в относительных, условных единицах, что далеко не всегда удобно. Введение условных единиц

риев совершенно различной природы. Но в тех случаях, когда все критерии имеют одну и ту же единицу измерения, вместо условных отнo-
рядок величины, вместо условных отнo-
ной оси на рис 1.2 можно использовать единицы измерения. б-
Кроме того, в качестве альтернативных единиц измерения. о-

оси, расположенных рядом друг с другом и оцифрованных для различения.

Теперь опишем очередной шаг модифицированной процедуры. Он также состоит из двух этапов.

Этап 1. Человек получает набор значений критериев в текущей целевой точке и выбирает тот критерий, значение которого он хотел бы улучшить. На экране появляется комплекс кривых замещения, где в качестве ведущего взят выбранный критерий. Человек изучает комплекс кривых и выбирает ту кривую, с которой он желает работать далее.

Этап 2. Указав кривую, человек определил пару критериев, один из которых следует улучшить за счет другого.

Мы находимся в той же ситуации, что и на этапе 2 процедуры из предыдущего раздела, и действуем таким же образом.

Заключение. Итак, единственное принципиальное отличие программного обеспечения, реализующего визуализацию множеств в МДЦ, – отсутствие ассоциативных связей, зафиксированных заранее. Целесообразность включения средств ГМ в МДЦ требует дополнительного анализа и экспериментов. В частности, средства ГМ могли бы использоваться при визуализации МДЦ.

В связи со сказанным выше можно считать, что МДЦ (и особенно Диалоговые Карты Решений) является средством, лежащим в русле ММ, и поэтому способным оказаться одним из составляющих систем ММ, о которых говорилось ранее. Кроме того, МДЦ может быть естественным образом интегрирован в различные мультимедийные СППР как средство, помогающее выбрать небольшое число вариантов из большой (или бесконечной) исходной совокупности для последующего анализа на основе средств ММ.

4.2. О психологии принятия решений человеком и

При обсуждении вопроса о том, как компьютерные системы могут повлиять на решения, принимаемые людьми, важно учитывать особенности человеческого мышления. Всякая человеческая деятельность, в том числе и принятие решения, регулируется психическим отражением действительности, представлениями человека об окружающем его мире. Эти

представления формируются на базе опыта, накопленного человеком, и в силу этого являются субъективными и изменчивыми. Субъективность представлений, имеющих у того или иного человека, определяется так- влений от потребностей, мотивов, целей, установок и эмоций этого человека.

мира. и-

ня (см.,

например, [28]). Первый уровень – является базовым. Эти формы психического отражения возникают при непосредственном воздействии окружающего мира на органы чувств.

– это уровень представлений, образов. То, что человек

но, превращается в целостную

картину. Третий, высший уровень психического отражения – логического мышления. Это ур ационального познания. Решая ту или иную задачу на этом уровне, человек оперирует понятиями и логическими приемами, сложившимися в историческом развитии человечества. Понятия, которыми человек оперирует в процессе понятийного логического мышления, зафиксированы в знаковых системах. Всеобщей знаковой системой является язык. В процессе понятийного мышления используются и другие исторически сложившиеся знаковые системы: мат и- ческие, графические и т.д.

Итак, математические модели являются частным случаем абс й- ного мышления. От моделей, сформулированных на естественном языке (вербальных моделей), математические модели отличаются тем, что в

правила грамматики (да и то лишь фрагм нтарные), а правила употребле- ния знаков обычно существуют в очень нечеткой, неявной форме. Напро- тив, в математическом языке знаки задаются вместе с правилами логиче- (формул).

н-

тальной психологии является доказательство того, что предста ления, регулирующие целенаправленную деятельность человека, включают так или иначе все три уровня психического отражения. Более того, отсутст-

бочным решениям.

в-

лении человеком целенаправленной деятельности, психологи стали ис-

об объекте действий, существующей у отдельного человека. В дальней- е-

туации.

Ментальные модели и их корректировка. Итак, ментальная м – это целостная совокупность представлений о ситуации, опр

действия людей, в том числе и принятие решений. В час ности, менталь-
тех или иных действий. Конечно, эта модель бывает груба и не точна,
тину, позволяющую ему ориен-
тироваться при выборе тех или иных действий. Ментальная модель вклю-
чает жизненный опыт человека и полученные им знания. Таким образом,
зультаты научных исследований, если эти ре-
ловеком, в том числе и результаты исследований на
тических моделей. Более того, и сама математическая мо-
ментальной модели.

В то же время, ментальные модели не укладываются в логическое мышление. Поэтому выводы из ментальных моделей (в том числе и выбор решений) оказываются под воздействием других уровней отражения. Это приводит к тому, что не всегда нову. Поскольку для

вербальный язык, в общении меж-
бальные (словесные) модели. Эти
модели являются, по существу, интерпретациями ментальных моделей.

моделей, то они не всегда полностью логичны, часто включают в себя в
сознанные представления и предположения. Поэтому
ванного мнения (или хотя бы взаимопонимания) на основе

в тех случаях, когда ментальные модели сильно различаются
бой. В качестве иллюстрации этого утверждения
многочисленные экономические дискуссии, в кот
особенностями личного понимания ситуации (т.е. особенностями ментальных моделей) специалисты делают различные (и даже прямо противоположные) выводы об обсуждаемых экономических проблемах и путях их решения.

Вопрос о согласованности ментальных (и вербальных) моделей, принадлежащих различным индивидуумам, тесно связан с вопросом о наличии общепризнанных математических моделей. В тех отраслях практики, в которых математическая модель хорошо (например, в механике или в других разделах физики), ментальные модели базируются на общепринятых математических моделях. Этим обусловлена, например, возможность взаимного понимания физиков при проведении экспериментов, т.е. экспериментов с ментальными моделями. В других же случаях, когда ментальные модели базируются, в основном, на личном опыте, используемые представления столь субъективны и расплывчаты, что оценить качество ментальных моделей и логичность их анализа практически невозможно.

Этим, в частности, в значительной степени объясняется спорность и недований.

Наличие противоречий в ментальных моделях, принадлежащих разным индивидуумам, означает, что, по крайней мере, часть из них неполна или попросту не верна. Причиной этого может быть как исходное неправильное формирование ментальной модели, так и ее непропорциональный перенос на изменившуюся ситуацию. Источником совершенных ментальных моделей является осознание новой информации, полученной в ответствии реальности ожиданиям, так и в других, менее болезненных формах. Научное исследование также ментальных моделей.

— о-
вание информации, полученной в результате математического о-
вания ситуации. Мы не станем здесь касаться вопроса адекватности ма-
— ма. Если же модель о-
описывает реальность достаточно правильно, то для осознания результа-
результатов в форме, доступной для человека. Если этот человек не явля-
о-
о-
делирования (а обычно это именно так), представлять результаты моде-
— стом наглядном, образном виде. Только в этом
стать частью ментальной модели. Для решения этой проблемы в задачах о-
о-
вать МДЦ.

Напомним, что в МДЦ визуализация множеств достижимых ц
их ОЭП, рассмотренная в предыдущем параграфе, дополняется построе-
нием и анализом эффективных решений. Для нахождения эффективного
— мую цель. Далее ре-
решение будет построено компьютером в течение нескольких минут.

Указать достижимую цель пользователь может, например, сл ю-
щим образом. Пусть, для определенности, число критериев больше пяти и
при анализе множества достижимых целей (или его ОЭП) используются
матрицы трехмерных рисунков и прокрутки. Рассмотрев различные мат-
рисуночные, матричные и крит рии прокрутки, а также при различных
ных критериев, пользователь получает пред-

матрице трехмерных рисунков. Далее, он должен указать один из трех-
мерных рисунков матрицы. При этом фиксируются значения всех кери-
— териев, т.е. матричных критериев и критериев прокрутки.
Далее, на трехмерном рисунке пользователь выбирает одно из сечений,
руя тем самым значение цветового критерия. Далее, анализируя

дельные значения двух координатных критериев, пользователь выбирает их достижимое сочетание, подводя маркер к интересующей его точке. По выбранной точке автоматически рассчитывается такая эффективная, что значения критериев на ней близки (или совпадают) с тем.

Описанная процедура доступна человеку, не имеющему математического или компьютерного образования. В то же время для аннотации полученного решения, заданного в виде таблицы, обычно требуется иметь знания, выходящие за пределы того, что можно требовать от неспециалиста. Поскольку в анализе экологических проблем участвуют и политики, и представители общественного мнения, то требуется использовать средства, которые сделают анализ решений общедоступным. Такими средствами являются средства мультимедиа, виртуальной реальности систем. Рассмотрим вкратце вопрос о представлении стратегий с помощью этих средств. Вообще говоря, этот вопрос выходит за рамки МДЦ, тем не менее его здесь для того, чтобы читатель имел

понимание и переговоров, использующих МДЦ, в целом.

Ю-ных технологий. В системах поддержки принятия решений, основанных на сопоставлении малого числа решений, эти решения всегда старались представить в достаточно наглядной форме. Для этого использовались различные диаграммы: столбчатые, круговые и т.д. Диаграммы также использовались для сравнения небольшого числа вариантов. В

информационные системы (ГИС), системы мультимедиа (ММ) и системы виртуальной реальности (ВР). В предыдущем параграфе мы уже рассматривали системы ММ, поэтому кратко здесь остановимся на ГИС и ВР.

ции. ГИС позволяют хранить, редактировать, преобразовывать и изображать ее в виде карт. С помощью ГИС может быть сведена воедино информация из таких различных источников, как космическая съемка, наземные измерения, картографическая информация и т.д. Очень важно, что в рамках ГИС обычно имеется представление данных из одних форм в другие. Благодаря этому данные из различных источников становятся сопоставимыми. Огромный интерес представляют, например, демографических данных и данных о загрязнении, данных о хозяйственной деятельности и подземных структурах (например, наложение карт ископаемых слоев) и т.д. Подчеркнем, что формы

анализа проблемы.

Ясно, что изучено с помощью ГИС. Для этого обычно используется им моделирование, на основе которого строятся последствия некоторого числа вариантов решения. Далее, эти результаты пред

информацией. Все это делает ГИС удобным средством решений и переговоров, доступным всеми типами образования в тех случаях, когда число вариантов мало.

Теперь остановимся на виртуальной реальности. ВР – человека в виртуальный (мнимый) мир при помощи специального воздействия на зрение и слух (а в будущем –

— дисплеев, надеваемых на голову, и т.д. При этом у пользователя создается впечатление, что он может действовать ответную реакцию. В частности, он может осмотреться, задать вопросы и получить ответы, взять “в руки” меты и т.д.

степени, чем средства ММ и ГИС. Это связано как с тем, что возможности реализации ВР, так и с относительной новизной идеи. Сейчас реализовано и

играх. Вопрос использования ВР в СППР довольно сложен. Поэтому рассмотрим, например, систему ВІТS (Browsing in time and space —

стве), разрабатываемую в Португалии в бона группой под руководством А.Камара [67].

чена для демонстрации последствий решений, оказывающих влияние на состояние окружающей среды. Изучая определенное решение, пользователь может путешествовать по пространству и времени, выбирая момент и положение с помощью прокруток. Состояние сре-

математической модели. Попав в определенное место и время, пользователь может оглядеться. В системе имеются средства для того, чтобы зафиксировать интересные наблюдения. В принципе, должны иметься возможности для манипулирования объектами. Эта система предназначена

лии.

В предыдущем параграфе мы уже говорили о сути средств ММ. Если не рассматривать развлечения, то в настоящее время, в основном, средства используются для обучения. В то же время очевидно, что потенци-

— весьма перспективное дело. Главное — к решению этой задачи.

Теперь, рассмотрев по отдельности возможности средств ММ, ВР и ГИС, опишем одну уже реализованную компьютерную систему, позволяющую достаточно ярко воспринять отдельные варианты решений. Эта

система разработана под руководством Ф.Ферейра и М.Шиффера и была использована для планирования города Вашингтона. В системе вариации карт на картах различного типа и масштаба, а также с помощью диаграмм и графиков. Особенно интересен показ синтезированных фильмов на дисплее компьютера. Эта одна из форм ВР, которая не требует специального оборудования, но в то же время, как и другие системы ВР, позволяет переместиться в заданное время и точку пространства и посмотреть, что происходит в выбранное время (скажем, в июне около восьми часов вечера). Для фильма синтезируется звук. ВР реализуется без использования дисплеев, поэтому системой может воспользоваться пользователь компьютерной сети ИНТЕРНЕТ, что особенно важно.

Заключение. Подведем итоги. Современные компьютерные средства позволяют представить варианты решения в разнообразных формах, воздействующих на различные уровни ментальной модели. Совместно с МДЦ, позволяющим использовать более интересных из них, виртуальным средством, позволяющим использовать ментальные модели.

Итак, благодаря использованию МДЦ, лица, участвующие в обсуждении и принятии решения, получают информацию о проблеме в концентрированной форме, в виде взаимосвязей различных критериев решения, и могут построить эффективные стратегии, указывающие на достижение цели. Эта информация представляется в достаточно простой красочной форме трехмерных рисунков, самым простым из которых является карта решений. Все это может быть дополнено анимацией изображений. При этом вовсе не обязательно использовать

визуализацию, соответствующий рассматриваемой задаче и квалификации лиц, принимающих решение. Так, в примерах, приведенных в главах 2 и 3, использовались лишь некоторые возможности визуализации. Ясно, что анимацию достижимых целей, т.е. корректировке логического уровня ментальных моделей. Образность и красочность представления информации позволяют надеяться, что образный уровень ментальных моделей также подвергнется модификации, например, будут исключены некоторые возможности решить рассматриваемые проблемы, полные значения по всем критериям сразу (если такие возможности отсутствуют).

Эффективные стратегии, представленные с помощью средств ММ, ГИС и ВР, также воздействуют на логический и образный уровни модельных моделей. Таким образом, эти два уровня оказывают воздействия МДЦ, сопряженного с представлением эффективных стратегий. Вопрос о воздействии на базовый уровень мы оставляем без обсуждения, которое, может быть, будет проведено после того, как будут разработаны компьютерные средства, воздействующие на обоняние и осязание.

4.3. Использование МДЦ в проектировании

этой информации на процесс принятия решений, обсудим применение использования МДЦ в процессе проектирования сложных систем. В этом

систем, а особенности проектирования в задачах, связанных с решением экологических проблем, рассмотрим в следующем параграфе. Сначала обсудим традиционную технологию, которая была выработана за последние десятилетия технических и других систем. Далее, о-

вания, а уже затем п
и приведем соответствующий пример.

стадия.

ные задачи. Реше-

отдельным человеком, так что проектирования требует привлечения десятков, сотен или даже тысяч специалистов. Специалист по л принимает решения по своей части общей задачи проектирования, руководствуясь инструкциями, нормативами и постановлениями, указаниями руководителя, а также собственными опытом, знаниями, интуицией и представлениями о том, что предпочтительно в той или иной ситуации.

ния.

Совокупность решений локальных задач, проходящая длительный процесс взаимных увязок и согласований, дает в итоге конкретный проект. В связи с большой трудоемкостью такого процесса, обычно разрабатывается единственный вариант проекта. Другие, альтернативные варианты в традиционной технологии остаются лишь в виде идей и предложений, отброшенных на предпроектной стадии. Таким образом, на предпроектной стадии осуществляется выбор проекта, который будет наиболее эффективным.

и-
а-
дию решающей в выборе проекта. Действительно, принцип
ошибки, допущенные на предпроектной стадии, уже не могут быть исправлены в процессе собственно проектирования, когда решение локальных задач, т.е., по существу, принятое ранее. Отбрасывание альтернативными процессами проектирования на основе опыта. Варианты, лежащие за пределами этого опыта, дополненного некоторыми интуитивными догадками, остаются без рассмотрения.

е-
д-
е-
В связи со сказанным можно легко понять, почему традиционная техника в тех случаях, когда ситуация, в которой приходится принимать решения, качественно не отличается от ситуации, существовавшей в работе предыдущих проектов. В тех же случаях, когда обстановка резко меняется, в частности, расширяются возможности к проекту, т.е. требуется найти, проанализировать и сравнить варианты решений, традиционная технология, опирающаяся почти исключительно на одаренность руководителей, часто оказывается недостаточно эффективной.

а-
ехники. С момента своего создания вычислительные средства проектируемых объектов. При этом используется способность вычислительной техники осуществлять громоздкие расчеты быстро и безошибочно, т.е. вычислительная машина применяется в качестве супертарифмометра, расчетов. В последние десятилетия появилась возможность с ее помощью представлять ее в удобном наглядном виде, в частности, получать чертежи и схемы прямо из компьютера. Были разработаны многочисленные системы автоматизации проектирования (САПР).

Такое использование ЭВМ означает, по существу, включение вычислительной техники, модернизацию этой технологии, а не переход к новой. Все это экономит время специалистов, освобождает их от рутинной работы (особенно чертежной при проектировании технических систем), открывает принципиально новые возможности для улучшения проектов.

Свое главное, не снимаются проблемы автоматизации на этом этапе.

и-

ЭВМ уже не только как средства простой обработки данных, а в роли вания [24, 25]. При ктной стадии, работки проекта. Рассмотрим тельно.

Предпроектная стадия и ее совершенствование.

а-

и-

вать на два этапа: 1) внешнее проектирование, целью которого является разработка совокупности требований к проектируемому объекту (разработка технического задания); 2) формирование облика объекта, когда

возможностями, находящимися в распоряжении конструкторов.

В процессе внешнего проектирования решаются вопросы, связанные с постановкой целей, которые должны быть реализованы в процессе проектирования. При этом большую роль играет заказчик проекта, который, в сущности, и определяет (совместно с представителями организации) те цели, которые должны быть достигнуты при проектировании. При формировании облика объекта

е-

мого объекта в целом, б

подробностей. Понятно, что пр

о-

жет проходить в соответствии с техническим заданием только тогда, когда техническое задание правильно отражает реальные возможности.

Таким образом, вне

являются, по существу, двумя сторонами одного этапа, результатом которого должен быть предварительный проект, используемый в процессе собственно проектирования объекта.

лема:

лик объекта.

Заметим, что участие заказчика в процессе проектир

—

и-

основе информации, представляемой организацией, осуществляющей проектирование. Поэтому варианты технического задания и облика объекта, отброшенные руководителем процесса проектирования, остаются чика. Заказчик не может даже оц

м-

— б-

не с чем. Конечно, после завершения собственно проектирования заказ-

о-

стью отвергнуть его, но только при наличии вопиющих недостатков.

о-

гии проектирования: разработанный вариант проекта отраж

представления, но и интересы проектирующей организации. Это также связано с тем, что предпроектное обсуждение в

технологии. Это также связано с тем, что предпроектное обсуждение в различных вариантах проекта. Волевое решение заказчика об ужесточении требований может привести к тому, что эти требования будут превышать реальные возможности. В этом случае, так же как и при занижении требований, проектирующая организация получает определенную свободу действий, позволяющую ей преследовать собственные цели, а не разрабатывать проект, наиболее соответствующий интересам заказчика. Неразвитость предпроектных процедур в традиционной технологии, невозмож-

тировщика, отрицательные последствия которой несут в себе различные варианты. Неразвитость предпроектных процедур в традиционной технологии, невозмож-

Оптимизация в проектировании.

монополией на выработку проектов является конкурсный подход, т.е. а-

подходящего. Это, однако, стоит довольно дорого, поэтому число конкурирующих проектов не может быть велико. Кроме того, конкурсный подход сам по себе не гарантирует того, что среди разработанных проектов будут достаточно эффективные, если они будут разрабатываться на основании.

оптимизации, в рамках которой выбор облика объекта базируется на характеристиках проекта. В оптимизаци-

модели проектируемой системы, формировании множества возможных вариантов и формулировке критерия качества проекта. Далее, решение принимается автоматически: используя математическую модель, она находит “наилучший проект”.

Таким образом, оптимизационная технология основана на признании о том, что человек на предпроектной стадии задачи проектирования может быть заменен вычислительной техникой так же, как летчик автопилотом. Такое представление было широко распространено среди специалистов по ЭВМ в начале 60-

темами, а также недостаточность опыта ее использования в практике проектирования. В то время многими считалось, что оптимизационная технология является единственным “научно обоснованным” подходом к принятию решений и что ее вне-

лем. Эти надежды оказались беспочвенными, а

воздействия на практику проектирования по многим причинам.

на математическом языке задачу проектирования, в том числе задачу стадии. Далее, возникает вопрос о выборе единственного критерия качества объекта. В оптимизационной технологии принято считать, что кр

евого объекта. Однако, как показывает практика, обычно заказчик оказывается не в состоянии сделать это. Описание совокупности возможных вариантов проекта также вызывало интерес у специалистов, работающих в рамках САПР. Поэтому,

технологий, при получении традиционным путем: оно учитывает трудно формализуемые требования, понятные конструкторам, но отсутствующие в математических моделях; легко объяснимы те или иные аспекты традиционного решения, что выгодно отличает его от оптимального; при разработке ч-

ных и непонятных процедурах, как, например, формирование оптимальности. Эти, а также многие другие причины привели к тому, что е-

проектирования, она не смогла конкурировать с традиционной технологией.

а-нию того, что необходима разработка таких человеко-машинных систем, то, причем его творческие о-делей, основанным на использовании вычислительной техники. В этом случае уже не компьютер, а человек был бы ведущим звеном процесса выработки проектов. Это означает, что решение должно было бы приниматься именно так, как это умеют делать люди, т.е. на основе своих ментальных моделей. В свою очередь, это означает, что вычислительная

мирования (или корректировки, если они уже сформированы) ментальных моделей, имеющихся в сознании лиц, участвующих в процессе принятия решений.

Компьютерные методы на предпроектной стадии.

предпроектной стадии заключается в том, что на этой стадии требуется рассмотреть объект как единое целое и всесторонне. При этом по возможности зированы хотя бы приближенно. Важной особенно и-я-и-

ваний. Этим она принципиально отличается от стадии собственно проектирования.

ю-имитационный эксперимент. Задав некоторый вариант облика объекта, о-ки объекта. Системы под-б-ной реальностью, которая позволяет провести компьютерные “полевые испытания” рассматриваемого изделия и не только осознать достоинства и недостатки варианта изделия, но и прочувствовать их.

число вариантов облика объекта. Возникает вопрос о том, каким образом будут тщательно изучены в имитационных экспериментах (в том числе на альности). В настоящее время эта лей систем поддержки принятия решений, т.е. конструкторов. Мы предлагаем использовать средства МДЦ, которые помогут в решении этой задачи. Они позволят

облика объекта, в том числе и у представителей заказчика, хотя и грубое, но ясное представление о потенциальных возможностях, имеющихся в их распоряжении на предпроектной стадии. Это знание должно стать частью их ментальных моделей, благодаря чему они смогут сформулировать

ов облика объекта, которые будут далее уточнены в имитационных экспериментах. Все это должно сделать возможной дальнейшую увязку облика проектируемого объекта с той “жизненной правдой”, собственно проектирования.

о-характеристик проекта. Для математической модели, описывающей изучаемую стадию в целом (хотя, может быть, и грубо), строится множество значений характеристик, к-ческого задания и облика объекта (по отдельности или совместно). Указав несколько достижимых целей, они могут найти варианты облика проектируемого объекта, соответствующие изменениям технических характеристик проекта. Далее вступают средства имитации и ВР, которые используются для

— тех, которые будут использоваться в процессе собственно проектирования. о-стной модели самолета.

Анализ целостной модели самолета.

конструирования самолета. Качество конструкции оценивается на основе нескольких характеристик полета. Удовлетворительные зн

и-
е-
струкции самолета.

В данном исследовании используется нелинейная модель,

и-
ции. Эта
-

3

облика объекта. Выбор значений хара –
задания, а выбор параметров конструкции – выбор облика объекта.

т-

рукции:

- тяговооруженностью;
- ом лобового сопротивления;
- коэффициентом индуктивного сопротивления;
- коэффициентом подъемной силы.

Предполагалось, что пользователем наложены некоторые огр е-
ния на диапазоны варьирования параметров конструкции. Здесь эти огра-
дуд.

к-

теристик:

- минимальным радиусом разворота у поверхности Земли;
- максимальной перегрузкой по вертикали на высоте 5000 м;
- максимальной угловой скоростью разворота на высоте 5000 м;
- ысоты;
- временем набора максимальной скорости.

Требовалось, чтобы значения характеристик также удовлетвор е-
ниям.

³ Модель разработана сотрудником ВЦ РАН Л.Вышинским.

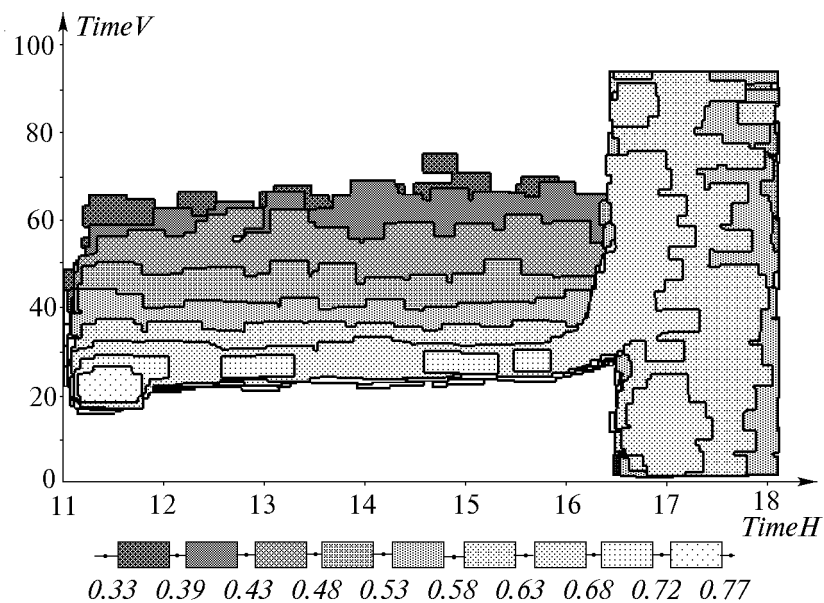


Рис. 3.1

Все возможные параметры конструкции (т.е. все возможные варианты самолета) на основе МДЦ удалось представить в виде множества возможных наборов характеристик. Для построения МДЦ был использован метод аппроксимации системой простых фигур, уже применявшийся в § 3.4 и 3.5 для изучения экономических систем. Поэтому мы не станем

сунков.

Характерный пример МДЦ приведен на рис. 3.1 (единицы измерения – условные). На этом рисунке изображено множество комбинаций значений трех характеристик: времени подъема ($TimeH$); времени набора скорости ($TimeV$); скорости разворота (W). Значения первых двух характеристик (их значения желательно уменьшать) даны на осях, а интервалы третьей характеристики (ее значение желательно увеличить) заданы штриховкой. На рисунке ясно видно, что комбинации с большей скоростью разворота (порядка 0.75 единиц) соответствуют малым значениям и средним временам набора скорости. Снижение требований к скорости разворота (соответствует более плотной штриховке) позволяет уменьшить время набора скорости, но не постепенно, а скачком. Так, только при уменьшении скорости разворота до 0.6 единиц появляется возможность резко уменьшить время набора скорости. При этом, однако, придется смириться с увеличением времени с 11-12 до 17 единиц.

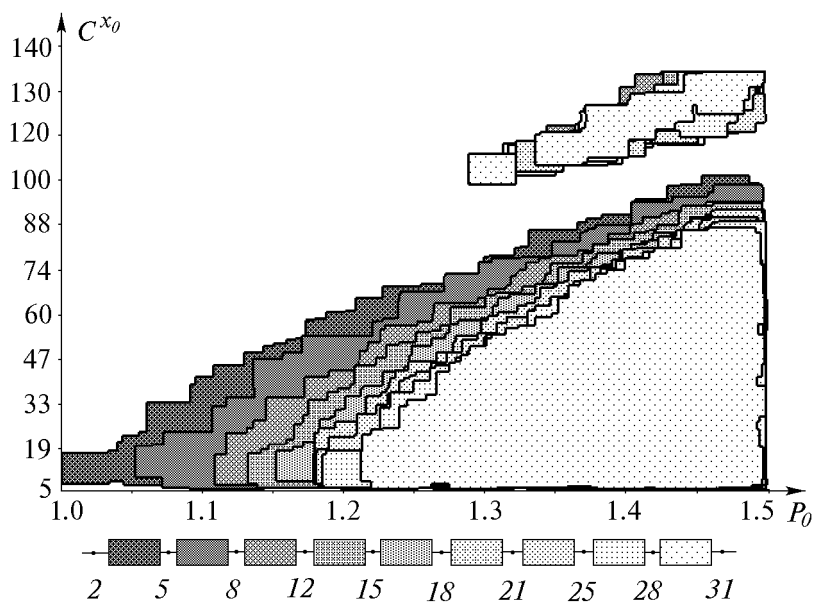


Рис. 3.2

Наложив ограничения на значения характеристик (т.е., сформулировав техническое задание), можно рассмотреть совокупность параметров конструкции, при которых выполняются эти ограничения. Так, например, на рис. 3.2 изображена возможная совокупность значений удельной тяги (C_x) и коэффициента лобового сопротивления (C_y) при различных значениях параметра подъемной силы (C_L), заданных штриховкой.

и накладываемых на конструкционные параметры объекта, с его характеристиками. Последняя возможность позволяет решить сложную проблему формирования множества допустимых значений параметров. В целом, описываемая система позволяет:

- 1) характеристик;
- 2) выбрать достижимые цели, т.е. достижимые сочетания значений характеристик, и решать обратную задачу конструирования, т.е. находить значения параметров конструкции, приводящие к вытекли;
- 3) уально изучить влияние ограничений, накладываемых на значения параметров конструкции, на достижимые характеристики;

4)

теристик.

ектирование, возможности конструктора.

вариантов, конструкторы уже на пред особенности выбранного варианта самолета, а также объяснить его преантами.

4.4. Целостное рассмотрение экологических проблем

к-тирования сложных технических систем, основанные на и МДЦ на предпроектной стадии. В данном параграфе технологии проектирования, использующие МДЦ, конкретизирую и-ческих проблем. По существу, обсуждается методика, использовавшаяся нами во второй главе книги, где были описаны примеры применения среды обитания. Необходимость их специального рассмотрения связана с блем.

и-а-о-с-
– с заказчиком. В процессе р

других внешних организаций. В качестве примера назовем государственную или независимую экологическую экспертизу, представителей политических партий и общественных движений. Участие этих групп в проекте, что информация должна быть представлена в виде, доступном для понимания широкого круга заинтересованных лиц. При этом у

о-стях, имеющихся в их распоряжении в момент принятия решения – тью их ментальных моделей. Заметим, кстати, что участие внешних организаций (особенно представителей общественности) раются ограничить в обсуждении, указывая на их некомпетентность в рассматриваемом вопросе. Правильная организация предпроект-дения.

и-ектной стадии.
а-

ции, будучи привлеченными к обсуждению уже после завершения проектирования, оказываются не в состоянии повлиять на него, и им остается лишь выразить свое недовольство. Чтобы избежать этого, иногда предлагается в процесс проектирования. В связи с тем, что задачи, это представляется трудно осуществимым, в

не возможно. Поэтому мы по- д-
роектную стадию, не вдаваясь в детали процесса собственно прое о-
вания. с-

этих проблем. Сотни лабораторий изучают, например, влияние изменения о климата на растительность, прои
людей в различных регионах планеты, те
уменьшения выброса парниковых газов, строятся модели глобального цикла углерода и других элементов и т.д. При этом зачастую забывается, м-
ных стратегий, позволя щих решить рассматриваемую проблему.

- о-
логических проблем знания, полученные в различных научных дисциплинах, не могут быть использованы в полной мере, поскольку переговоры и и-
раться непосредственно на результаты изучения отдельных подсистем. В а-
ботке методики целостного рассмотрения проблемы, направленного на шения. Далее описывается методика логических проблем, основанная на использовании МДЦ.

рения. В параграфе 1.4 уже были пе- о-
му рассмотрению проблем охраны окружающей среды. Они состоят в применении МДЦ для анализа единой интегрированной модели, постро- с-
тем и включающей в себя несколько критериев выбора.

достаточно подробно обсуждался ранее, так что мы не станем останавливаться на нем. Отметим лишь, что использо

е-
рования. Более того, опти- и-
заций с помощью ссылок на “объективное” решение, полученное ко б-
ютером.

я-
зана с тем, что при рассмотрении вопросов охраны окружающей среды
роды. Наличие
(блоков) приводит к тому, что изучение сложных
систем осуществляется различными научными дисциплинами, каждая из
которых имеет свой язык и свой набор понятий. Хотя объединение зна-
ний, полученных в различных дисциплинах, может быть, в принципе,
е-
лирования, следует отдавать себе отчет в том, что такая задача не проста и
циальной методики.

Упрощенные описания подсистем (блоков) некоторой экологи-
а-
ции моделей этих подсистем, т.е. на основе построения упр а-
зависимостей, связывающих выходы этих подсистем с их входами. При
о-
стей. Построение приближенных зависимостей выходов подсистем от
модели описываемого блока, так и на экспертных суждениях или эмпи-
ических данных.

Матрицы влияния для линейных систем.

да,
линейных моделей, в которых эти зависимости описываются точно. В
загрязнителя, выбрасываемого несколькими исто-
интенсивностью. Для решения этой задачи мо-
систему дифференциальных уравнений в частных производных. Заметим,
что рассматриваемый процесс не зависит от времени. Тогда, если
поставлена правильно (корректно), при заданной интенсивности выброса
н-
грязнителя в среде. Это распределение можно найти, решив
краевую задачу в частных производных.

В тех случаях, когда выброс загрязнителя заранее не задан, часто ис-
пользуют метод точечных источников, который состоит в постро-
называемых функций источников. Каждая такая функция описывает за-
некотором источнике. Поскольку рассматриваемая модель линейна, то
з-
нителя в нем. Из линейности модели так же следует, что загрязнение в
действий всех источников. Поэтому
о-
стями источников будет задана набором коэффициентов (значений функ-
ций источников в этой точке среды). Эти коэффициенты можно предста-
вить в виде "вектор-строки". Представим з-

нителя в источниках в виде "вектор-столбца". Тогда для того чтобы рас-
стей выброса, достаточно умножить упомянутую вектор-
-столбец.

любой точки. Если же взять конечное число точек, в которых изучается
уровень загрязнения, то требуется рассмотреть матрицу, состоящую из
-строк. Для расчета загрязнения во всех рассматриваемых

выброса. Это значительно проще, чем начинать с самого начала. Такие матрицы коэффициентов принято называть матрицами влияния (или матрицами влияния выброса).

Методы параметризации нелинейных моделей. Методы параметризации нелинейных моделей, когда матрицы влияния точно описывают зависимости выходов, в нелинейных моделях матрицы влияния описывают такие зависимости (скажем, зависимость загрязнения) лишь приближенно. Параметризация состоит в построении матриц влияния в нелинейных случаях. Сразу же отметим, что матрицы влияния зависят от входных переменных. Поэтому иногда приходится

использовать различные свойства изучаемых моделей. Универсальным способом является варьирование входных переменных модели. Учет влияния такого варьирования на выходные переменные модели.

регрессионного анализа, позволяющего найти как сами линейные зависимости выходов от входов, так и области, где линейная зависимость выходов от входов модели достаточно точно. Большие успехи достигаются при исследовании модели, если такие исследования удастся провести.

В том случае, когда нет надежной математической модели изучаемого блока, матрицу влияния приходится основывать на эмпирических или экспертных заключениях. В первом случае для построения

анализ зависимости входов от выходов, полученных в эксперименте. Во втором случае используются заключения экспертов. В качестве при-

мера линейной параметризации, основанной на результатах обработки экономических исследований, назовем матрицы выпуска для экономики некоторой страны или региона, рассматривавшиеся в главе 3. Экспертные заключения часто используются, например, при построении матриц переноса загрязнения в атмосфере воды рек и морей.

быть использована и их нелинейная параметризация, т.е. построение входных. Но этот вопрос выходит за пределы нашей книги.

Интегрированная модель.

линейных параметризаций моделей отдельных подсистем, ограниченные диапазоны входных переменных, соотношений, связи между собой, а также ограничений на экологических проблем.

Заметим, что часто представляется целесообразным сохранить существующий режим функционирования некоторой подсистемы. Это естественно в экологических исследованиях, поскольку изменение функционирования блока (климата, биоты или экономики) может привести к непредсказуемой перестройке изучаемой системы. Так, точки границ могут оказаться точками бифуркации математических моделей, поэтому

(как в поведении модели, так и в реальности) [43]. Поэтому границы поведения могут оказаться границами, внутри которых возможно развитие в прежнем виде и нарушение которых может привести к тому, что существование системы в прежнем виде станет вообще невозможным. Поэтому заранее имеется некоторая “естественная” область, к которой принадлежат некоторые “базовые” значения входных переменных блока, описывающие, например, текущую ситуацию.

лем.

случая, когда представляется целесообразным сохранение базового режима существования системы. Предполагается, что во параметризация всех блоков. Тогда эти этапы таковы.

1. Осуществляется качественный анализ проблемы; составляется список подсистем (блоков), описание которых должно быть включено в изучаемой системы. Составляется список критериев, которые будут приниматься во внимание в процессе решения.
2. Анализируется опыт изучения (в том числе математического моделирования) подсистем и их взаимодействия. Выделяются пере-

- менные, которые должны описывать взаимодействие м о-
ками системы.
3. о-
 - ков от базовых значений.
 4. Строятся (или адаптируются ранее разработанные) математические модели подсистем. е-
 5. В случае необходимости, находятся эксперты, с коэффициенты матриц влияния.
 6. у-
подробных математических моделей этих блоков, либо на основе эмпирической и экспертной информации. Эта р
от друга. Если окажется, что в выбра
о-
вана единственной матрицей влияния, то либо пересматриваются (сужаются) диапазоны отклонения входных переменных значений, либо строятся несколько матриц. о-
 7. Матрицы влияния отдельных блоков, описание областей их приг-
ванную модель.
 8. Формируются ограничения на возможные стратегии.
 9. Интегрированная модель, которая в данном случае является согласованной, изучается с помощью МДЦ. Точнее говоря, строится соответствие достижимых целей или его ОЭП.
 10. Лица участвующие в принятии решения, анализируют (по одиночке или в группах) графическую информацию о возможных значениях критериев и об их объективных замещениях. Каж-
найти соответствующую стратегию. Этот анализ позволяет ему
реговорах.
 11. компьютерных средств типа мультимедиа, географических информационных систем, виртуальной реальности и т.д. О
ботки.
 12. подробных планов и проектов; при этом применяются имитационным, натурные
за.

Данная схема является крайне упрощенной. В реальности во можно, например, возврат к переформулировке блока упрощенных моделей в случае обнаруженных несоответствий (об этом см. далее). Кроме того, как уже говорилось ранее, иногда при параметризации исходных моделей лей, каждая из

диапазоне значений переменных. В этом случае множество достижимых целей приходится строить для целого набора интегрированных моделей.

следования, описанные в главах 2 и 3. Конечно, далеко не во всех исследованиях эта методика была описана полностью, но вместе собранные, они позволяют оценить ее возможности.

Отметим, что грубость интегрированных моделей не так уж страшна, поскольку ментальные модели, корректируемые в процессе ее анализа, по своей природе не могут быть точными. Ведь задача состоит не в построении окончательного варианта решения, а в формировании системы, которая поможет в формировании работываемого объекта. Рассмотрим теперь вопрос о том, какие воздей-

обоснованные модели.

Роль неполных моделей. Теперь остановимся на вопросе о том, как использования математических моделей, если эти модели описывают процессы, связанные с принятием решений, далеко не полностью. Возможна ли коррекция ментальных моделей изучения математических моделей, описывающих лишь отдельные аспекты гипотезах?

В первом случае, когда математические модели точно описывают отдельные важные аспекты сложных явлений, строгие выводы, полученные на их основе (например, на основе законов сохранения), позволяют выявить свойства объектов исследования. Например, в экономических исследованиях балансовые модели, базирующиеся на законах сохранения, позволяют выявить возможности производства и развития экономических систем.

Заметим, что математические модели такого типа являются средством проверки отдельных решений, предложенных людьми на основе интуиции и опыта, а также выработанных другими путями. Хотя при этом удается проверить эти решения не в полной мере, но зато с точностью установленных закономерностей. Такая проверка позволяет выявлять ментальные модели людей, считавших эти решения вполне реализуемыми. Поэтому строить проекты, построенные исключительно на желании достичь тех или иных результатов.

делей, з- е- вольных предпосылках. В качестве примера рассмотрим исследование модели мировой динамики, осуществленное в конце 60-х годов Дж.Форрестером [54]. Основная идея его книги состоит в том, чтобы

помощью простых соотношений для того, чтобы затем изучить в динамике мировую экономику. На основе достаточно произвольных гипотез о динамике населения, капитала в различных отраслях природных ресурсов делаются выводы о проблемах, которые могут возникнуть в развитии цивилизации. В силу произвольности гипотез, применение этой модели дает не прогноз, а знание типа “если верна данная совокупность гипотез, то ...”⁴. Несмотря на произвольность многих допущений, исследование смогло предсказать проблемы, возникшие в последующие годы: о подорожании некоторых видов ресурсов, о нарастающем загрязнении окружающей среды, о нехватке воды и т.д. Самое главное, исследование смогло преодолеть заблуждения, характерные для футурологических моделей 60-х годов, в которых человечеству сулилось безоблачное будущее.⁵ Таким образом, книга оказала большое влияние, имеющее своей целью охрану среды обитания. Помимо этого, книга имела большое научное значение: она возбудила интерес к моделированию глобальных процессов, поскольку показала, что экспертные сценарии часто оказываются неверны в связи с “антиинтуитивным” поведением сложных систем.

С другой стороны, эта книга имела негативные последствия. Она породила иллюзии, что предсказание развития экономики – простое: достаточно собрать информацию, описать связи между переменными, и вопрос будет исследован. На самом деле, адекватное

исследование, а не по заказу. Таким образом, хотя модели, основанные на относительно произвольных гипотезах, могут принести пользу при представлении, имеется определенная опасность переоценить результаты их анализа.

Об использовании конечного числа критериев. С достаточной точности изучаемых моделей примыкает вопрос о том, в достижении интересов лиц, участвующих в принятии решений. Достаточно, если

⁴ ... мание и сам автор.

⁵ ... о-
вой экономики можно назвать известный в свое время, а ныне забытый
до 2000 г., сделанный в середине 60-х годов американским футурологом Г. Каном. В этом прогнозе не нашли отражения, например, проблемы роста населения, нехватки ресурсов и продуктов питания, истощения почв, загрязнения окружающей среды.

набор критериев не полон, то выбранные целевые точки и найденные эффективные решения могут не отражать полноты проблемы. Ответ на этот вопрос может быть следующим.

-первых, множество достижимых целей и его ОЭП можно рас-

ев. Благодаря этому для всякой рассматриваемой нами н

ого набора критериев, не худшая ее по рассмотренным нами кри-

териям. Поэтому всякое эффективное р

и при учете всех критериев.

ется уточнение ментальных моделей, то и множества достиж

(или их ОЭП) по неполному набору критериев оказыв

формацией, позволяющей понять связь между ра

риями. Найденные эффективные ком

той "точкой отсчета", с которой будут сравниваться остальные стратегии.

Высокое качество найденных стратегий (ведь используемые критерии

лем, и поэтому они важнее нерассмотренных)

обеспечивает качество окончательных решений, которые будут разрабо-

таны в дальнейшем.

Усложненная схема целостного рассмотрения.

ческих проблем для того случая, когда на первом этапе в список кри

зателей, представляющих интерес при разрабо тке стратегий. Модифика-

ция состоит в том, что на этапе 11 схемы целостного рассмотрения

построенные стратегии оцениваются на основе всех показателей, в том

смотрения. Если оказалось, что стра-

из показателей, можно наложить ограничения по ним и вернуться к по-

строению ОЭП на этапе 9 с учетом наложенных ограничений. Завершив

этап 9, можно переходить к анализу ОЭП и построению стратегий, кото-

рые уже будут удовлетворять сформулированным ограничениям.

Заметим, что аналогичным образом можно учитывать экспер

мнения, используемые для компенсации возможной неполноты приме-

няемых математических моделей. Пусть стратегия, построе

10, по мнению экспертов не реализуема в реальности по некоторым при-

чинам, не учтенным в модели -

неполноты модели. Тогда эксперты могут

ограничения на переменные модели и снова вернуться к этапу 9.

Наконец, нереализуемость или неразумность стратегий может вы-

явиться уже в имитационных или натуральных экспериментах на этапе 12.

к перерасчету матрицы влияния. В последнем сл
нуться к этапу 6.

Таким образом, грубость и неполнота модели могут привести к необ-
ходимости возвращения к этапам 6 или 9. Благодаря такому усложнению
компенсированы.

Заключение. Поводя итог, можно утверждать, что использование
грубых, односторонних и даже недостаточно обоснованных моделей воз-
можно в процессе коррекции представлений (ментальных мод лей) на
предпроектной стадии процесса проектирования. Это связ но с тем, что
т-
ся на основе человеческих представлений, к торые необходимо уточнять.

решения. Дополнение и е-
ского моделирования (а также экспертными оценками) может помочь
выявить интересные варианты, которые в дальнейшем будут проверены в
имитационных экспериментах с исходными моделями (если такие най-
дутся), обсу риментах.

4.5. Переговоры с использованием МДЦ

До сих пор мы рассматривали вопросы, связанные с использовани
МДЦ на предварительной стадии переговоров, когда стороны нез
одна от другой анализируют ситуацию, пытаясь понять связь различных
интересов, и строят такие стратегии, которые были бы выгодны им и в
тоже время приемлемы для других участников переговоров. В данном
процессе переговоров. В частности, рассм

сети ИНТЕРНЕТ.

основывается на концепции принципиальных переговоров, уже описан-
ной ранее. Напомним, что главная составляющая этой ко – е-

тех из них, которые соответствуют разумному компромиссу интересов. В
нашем методе “большое число вариатов” представляется на основе
ОЭП, а “выбор компромисса инт ресов” –
достижимой цели. Вопрос о том, кто будет изучать ОЭП, т.е. объектив-
териями, и выбирать достижимую цель во вре-
мя переговоров, может быть решен несколькими способами. Мы рас-
смотрим два из них:

- без посредника, когда сами переговорщики⁶, рассмотрев карты ре-
рис. 1.2, догов риваются о целевой точке;
- переговоры, ведущиеся с помощью посредника. В этом случае
ОЭП изучается посредником, который с учетом информации об
с-
ных некоторые достижимые цели.

Итак, в обоих случаях строится ОЭП в пространстве критериев, отражающих интересы переговорщиков. Вопрос о том, как связать их интересы с набором критериев, далеко не прост. Остановимся на нем подробнее.

Об описании интересов переговорщиков. В примере, рассмотренном в параграфе 1.3, в качестве критериев, описывающих интересы, были выбраны доходы фермеров, прибыль рекреационного бизнеса и забота за загрязнения воды. Мы считали,

- первого, а горожане – чения третьего. В

скохозйственного производства, так как это может привести к снижению цен, и в развитии рекреационного би неса, что может привести к общему экономическому оживлению в городе. В свою очередь, фермеры также

– продукции. Таким образом, картина интересов может оказаться значительно сложнее предположений о том, что каждый заинтересован в одном из критериев. Информация о том, в какой же степени каждый из переговорщиков заинтересован в том или ином критерии, скрыта от окружающих. Действительно, если другие лица будут знать, какую роль в предпочтениях переговорщика играют те или иные критерии, они смогут воспользоваться этой информацией.

Чрезвычайно важно, что в переговорах учитываются вопросы, нешения к их тематике. Мы уже говорили о сочетании общественных и личных интересов. Кроме того, в переговорах учитываются и посторонние интересы, официально в тематике переговоров, но существенные для переговорщиков. Так, обсуждая проблемы загрязнения озера, бизн о- временно делать взаимные уступки, скажем, в совместном проекте о реформе системы налогообложения в регионе и т.д. Заметим, что это не только не мешает, но и может помочь достижению компромисса, польку создает условия для “скрытых платежей”, дающих возможность

⁶ В дальнейшем мы будем использовать термин “переговорщики”, быть может, недостаточно привычный, но уже использовавшийся ранее (см. [55]).

ликтной ситуации. В то же время, такое свойство переговоров делает формализацию интересов весьма условной.

Во всех ситуациях, рассматриваемых в этом параграфе, предполагается, что интересы связаны с небольшим числом объективных критериев качества решения, но не обязательно ограничиваются ими. Значения этих критериев могут быть рассчитаны на основе математической модели. (Пример – критерии, рассмотренные в § 3.1). Мы предлагаем

помощью карт решений и комплексов кривых замещения, а также стратегий, соответствующих отдельным достижимым целям. Способ использования

Неструктуризованная процедура.

ворщиков. Исходная точка выбирается либо из некоторой справедливости, либо с помощью других заранее оговоренных процедур. Вопрос о том, каким образом может быть достигнут консенсус, заранее не обсуждается. Предполагается, что при этом будет использован обмен “скрытыми ресурсами”, т.е. ресурсами, которые скрыты от посредника и не описаны в модели. Главной в этой процедуре состоит в том, что переопределяются критерии, а также получить комплексы кривых замещения. В любой момент они имеют возможность построить эффективное решение, если

компьютерную поддержку переговоров, т.е. строит ОЭП для выбранных Решений. То, что посредник не вмешивается в процесс переговоров о перемещении цели, является огромным преимуществом процедуры переговоров, так как сохраняет способность взаимодействия, присущую переговорам без компьютерной поддержки. Переговорщики своим выбором компенсируют жесткость модели, описывающей взаимодействие, которая далеко не полностью. Благодаря этому, процедура представляется достаточно жизненной. В то же время, она мало отличается от использования МДЦ на предварительной стадии переговоров.

говорщиков. Рассмотрим теперь случай, в котором структура

только одном “своем” критерии. Точнее говоря, под прочтением понимается ситуация, когда с достаточной точностью можно предположить, что интересы переговорщика совпадают с интересами ответственного критерия. В таком случае можно предложить структуризован-

ную процедуру, близкую к рассмотренной в § 4.1. Переговоры состоят из конечного числа шагов, на ка

критериев, т.е. измен
ков. При этом опять предполагается, что кроме средств, включенных в модель, у переговорщиков есть скрытые дополнительные возможности.

Как и в случае неструктуризованной процедуры, посредник строит ОЭП. Исходная недоминируемая точка выбирается так же, как и в неструктуризованной процедуре. Все двумерные сечения ОЭП и карты решений доступны переговорщикам. Каждый шаг состоит из четырех этапов.

Этап 1. Переговорщики получают комплексы кривых замещения, критерий.

Этап 2. Переговорщик, зная свои возможности предложения скрытых компенсаций партнерам и поняв из полученных кривых, переговоры с кем из партнеров могут представлять интерес, пытается договориться с партнером.

Этап 3. Посредник фиксирует пару переговорщиков, первыми договорившихся в ходе двусторонних переговоров между собой. Те же переговорщики фиксируются в результате переговоров.

Этап 4. Переговорщики договариваются о новой паре переговорщиков. Конечно, никто не может заставить переговорщиков договариваться неформальным образом. По окончании переговоров посредник регистрирует их результат, т.е. новое положение текущей недоминируемой точки. Остальные переговоры происходят без изменений, в которых не менялись.

Этап 4. В соответствии с результатами переговоров, посредник предлагает новую пару переговорщиков, и процедура переходит к этапу 1 следующего шага.

Переговоры заканчиваются, когда переговорщики оказываются не в состоянии изменить текущее положение целевой точки.

— так же, как и в неструктуризованной процедуре, обмен скрытыми ресурсами остается секретом для посредника, так и для партнеров, непосредственно не участвующих в обмене. Заметим также, что хотя в процессе двусторонних переговоров

не меняются, их возможность вести переговоры уже обсуждалось в §§ 1.3 и 4.1.

переговорщиков.

на использовании идеи функции предпочтения. Предполагается, что каж-
ния, кото-

смысл: чем более предпочтительно для переговорщика некоторое сочета-
ние значений критериев, тем выше значение функ ции предпочтения. Мы
роения этих функций, отметим
лишь, что процедуры их построения связаны с ответами преговорщиков
на довольно сложные вопросы посредников о своих предпочтениях. Та-
ким образом, здесь посре ники играют активную роль. Участие акт о-

компьютерных систем поддержки переговоров. Возникает вопрос о том,
вать МДЦ в таких переговорах?

функции предпочтения каждого из переговорщиков. Заметим, что МДЦ
может быть использован и на этом этапе: анализ карт реш
сформировать предпочтения переговорщиков и, т ким образом, облег-
чить поиск ответов на вопросы, задаваемые по
предпочтения.

Построив функции предпочтения, посредники рассматривают их как
новые критерии (у каждого переговорщика всего один новый критерий) и

(далее это множество будем называть ОЭП в прос е-
ний). Далее, казалось бы, возможно применить процедуру из предыдуще-
го раздела (действительно, каждому перег

его функция предпочтения), однако
этого делать нельзя, поскольку и
конфиденциальной. В связи с этим, ОЭП в пространстве предпочтений не
трировано всем интересующимся, его могут изу-
ки. Это предопределяет альтернативную организацию
переговоров, в которых посредники играют важнейшую роль.

д-

критериев. Посредник, рассчитав уровни функций предп д-
лагаемых точках, выясняет, суще
в пространстве предпочтений, чтобы она была более предпочтительной
сразу для всех переговорщиков. Если такие точки существуют, то по-
средник выбирает наиболее “справедливую” из них и предлагает ее пере-
говорщикам. Если таких точек нет, то остается искать достижимое соче-
тание предпочтений, в минимальной степени нарушающее предпochти-
тельности точек, пр щиками.

Описанная процедура имеет три явных недостатка. Во-первых, по-
лом, по-
у-
ре. Напомним, как мы уже указывали в § 4.2, интересы человека связаны

с мысленной моделью ситуации, имеющейся у него. Поскольку эта модель имеет, наряду с логическим, и другие уровни, то человек, даже истинно, может давать противоречивые ответы на вопросы, задаваемые

7. -вторых, посредник оказывается в состоянии резко повлиять на переговоры, что не может не вызвать неприятных ситуаций. В-третьих, - о-сказать побольше, т.е. отвечать на вопросы при возможности таким образом, чтобы доказать важность принятия его позиции. В-четвертых, любые неформальные контакты теряют смысл, если ведут заговор против посредника.

Таким образом, реализация структуризованных переговоров в случае - дача. МДЦ м - степени облегчить положение, но многие проблемы все же остаются.

4.6 Визуальный метод идентификации параметров

- я- имеющихся наблюдений. Эта задача является одной из важных тематическом моделировании, для ее решения разработанные методы. Мы здесь показываем, как использовать

неформализованного опыта эксперта, осуществляющего идентификацию модели.

Задача идентификации. Итак, пусть задана некоторая математическая модель, т.е. система математических соотношений, связывающая выходы некоторой системы с ее входами. Математические соотношения включают некоторые неопределенные параметры. Задача состоит в том, чтобы выбрать значения параметров из числа наблюдений, каждое из которых задано значениями входных и выходных переменных.

Задача идентификации возникает в том случае, когда число наблюдений достаточно велико, и из-за того, что традиционный подход к задаче идентификации состоит в следующем. задается некоторая скалярная функция (так называемая функция ошибок), которая

⁷ Вопрос о построении функций предпочтения подробно рассмотрен в книге [21].

⁸ Всякий, кто помнит практику распределения ресурсов в период плановой экономики, должен согласиться с этим.

ных, рассчитанных по модели для наблюдавшихся значений входных переменных. Значение этой функции ров.

Одели, при котором достигается минимальное значение функции ошибки. Таким образом, идентификация модели происходит автоматически, на основе решения задачи оптимизации, без использования эксперта. Между тем очень часто могут существовать параметры, при которых значение функции ошибки близко к минимальному; в этом случае выбор единственного "оптимального" значения параметров может быть достаточно случаен.

В связи с этим, исследователи уже давно предлагали представить ε -метров, т.е. такие, для которых величина функции ошибки превышает ε . Тогда эксперта можно считать, что он выбирает параметры, которые в наибольшей степени соответствуют его знаниям. Задав ε заранее, эксперт мог бы понять, какова неопределенность в выборе параметров. Этот подход может быть реализован на основе метода достижимых целей.

Идентификация на основе МДЦ.

λ . На рис. 6.1 изображен график функции ошибки $\psi(\lambda)$. Минимум функции достигается при $\lambda = \lambda^*$. Этот рисунок дает представление о множестве параметров, которое A_ε , является не чем иным как сечением совокупности точек, лежащих над графиком функции ошибок, прямой $\psi(\lambda) = \psi(\lambda^*) + \varepsilon$.

Как легко понять, вопрос о задании величины ε не так прост. При задании ε эксперт видит, как увеличение ε приводит к увеличению λ^0 . При этом ему, с одной стороны, хотелось бы уменьшить ε , а с другой — увеличить λ . Таким образом, мы имеем задачу минимизации.

Заметим, что она не так-то проста: если относительно величины ε — ее надо уменьшать, то относительно величины параметра λ — ее надо увеличивать. Поэтому представление эксперту графика функции — разумный подход к проблеме. Исполнитель должен реализовать эту идею. Поскольку функция ошибки обычно нелинейна, ее можно аппроксимировать с помощью простых фигур. Этот метод был описан в § 1.4 и применялся в §§

На рис. 6.3 дана серия сечений надграфика функции ошибок при раз-
 ховкой. Соответствие между ε и ω .
 Как видно, самое узкое сечение соответствует величине $\varepsilon \approx 0.01$. Ему
 соответствует некое “оптимальное” сочетание парам $\lambda^* = (\lambda^*_1, \lambda^*_2)$.

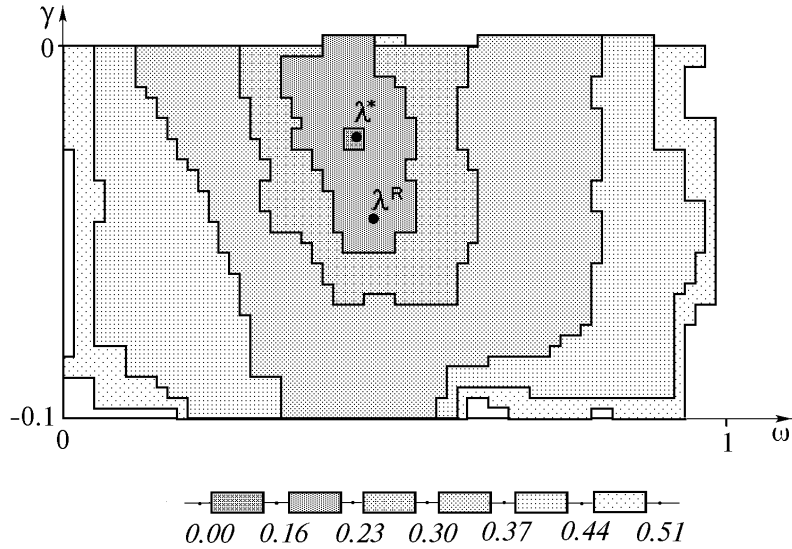


Рис. 6.3

Кроме того, известно, что $\psi(\lambda^*) = 0.15$.
 $\varepsilon \approx 0.08$. Это множество покрывает зн
 λ_2 λ_1 . Это означает, что
 λ^*_1 достаточно устойчиво по ошибке, в то время как по λ_2 с-
 но широкие возможности выбора.

Случай трех и более параметров.

ε -
 представлено на плоскости. В связи с этим можно действовать так, как
 у-
 мерных сечений. Форма представления двумерных сеч
 суждалась в § 4.1.

Заметим, что поскольку мы аппроксимируем функцию ошибок систе-
 мами простых фигур, то сечение надграфика задается также системами
 таких фигур. В связи с этим можно легко строить и про ε -
 ранстве, т.е. временно
 исключать из рассмотрения некоторые из параметров.

В этом случае эксперт идентифицирует только часть параметров, а затем может вернуться к остальным. Заметим, что при таком по-
параметров, представляющей наибольший интерес. Такой подход может
быть особенно полезен, если для идентификации н
число наблюдений достаточно, а для других – ⁹.

4.7 Использование МДЦ в компьютерных сетях

тимедиа, виртуальной реальности и географическими инфо
системами. Остановимс
компьютерных сетей. Эта тема нова, поэтому ограничимся двумя вопро-
сами:

- мических проблем;
- сетей.

Эти вопросы уже затрагивались во введении, а теперь, после т
читатель ознакомился с МДЦ достаточно подробно, можно обсудить
рных сетях.

шения важных проблем. б-
-аналитических центрах (ОИАЦ). В таких
центрах администраторы, политики, представители общес и-
е-
ресующих их экономических, социальных, экологических и других про-
блемах, оценить и обсудить возможные стратегии решения этих проблем.
Для этого в рамках ОИАЦ должна быть собрана информация о проблеме,
матические модели и процедуры, позволяющие
ромиссные стратегии.

о-
ванной информационной, модельной и методической основы для дискус-
сий и переговоров, осуществлению общественного кон роля, созданию
атмосферы открытого общества и доверия между администрацией, поли-
тиками и рядовыми гражданами. МДЦ может быть использован в ОИАЦ
для того, чт
их решения, отражающие инт ресы пользователей.

⁹ Содержательный пример приведен в [10], где показано, что по имеющимся дан-
ным можно идентифицировать суммарный запас газовой залежи, а в каж
— не удастся.

Как известно, любая информация, доступная в открытой компьютерной сети, доступна с домашнего персонального компьютера, если этот компьютер подключен к сети. Благодаря этому, информация, модели и методы их анализа, собранные в сетевом ОИАЦ, становятся доступны для рядового гражданина. Это может сделать сетевые ОИАЦ важной составной частью нового информационного общества, базирующегося на компьютерных сетях, скажем, ИНТЕРНЕТ. МДЦ может быть реализован и в рамках сетевых ОИАЦ.

Обратим внимание читателя, знакомого с сетью ИНТЕРНЕТ, на технический, но в данном случае принципиально важный факт: в силу простоты обмена информацией в рамках МДЦ, этот метод может быть реализован на основе обычных WWW-браузеров ИНТЕРНЕТ, скажем, NETSCAPE. Это означает, что свою собственную стратегию сможет разработать любой человек, овладевший простейшими возможностями браузеров. Благодаря этому, решаются

технические проблемы, которое не могло быть реализовано ранее, до появления компьютерных сетей.

Приведем пример. Представим себе, что в некотором месте (скажем, в Министерстве экономики) экспертами подготовлена модель развития экономики страны и исходная информация для этой модели. Предположим для простоты, что модель и информация являются достаточно достоверными. Тогда каждый заинтересованный человек сможет

сформулировать свои карты решений. Указав достижимую цель, этот человек сможет выработать стратегию регулирования экономики. Представляется, что такая "игра" в регулирование экономики своей страны.

Заметим, рядовой человек сможет контролировать деятельность тех, кто несет ответственность за разработку таких стратегий. Действительно, критиков стратегии (или у других групп экспертов) не найдется аргументов для того, чтобы доказать, что предлагаемая ими стратегия предпочтительнее, чем стратегия, предложенная рядовым гражданином, то это будет означать отказ от своей стратегии. С другой стороны, делая попытки построить свою собственную стратегию, рядовой человек начинает понимать проблемы, с которыми сталкиваются разработчики стратегии, поэтому с большим вниманием отнесется к их предложениям. В случае использования МДЦ человеком

он превращается в автора стратегии! Это в корне меняет его отношение к стратегии, способствует становлению активной позиции и принуждает его бороться за осуществление своих идей.

Поддержка переговоров по компьютерным сетям.

м-
ь-

зования компьютерных средств связи. Конечно, личная встреча куда предпочтительнее переговоров на расстоянии, однако во мн

ч-
ной встречи. К таким случаям, в частности, отн е-
альном времени, когда решение требуется пр н-
ного, обычно небольшого промежутка вр мени. Ранее такие переговоры
лефонной связи. Теперь для этих це- б-
ютерной визуализации. В отличие от общедоступных средств, предназна-

облем, в пер говорах обычно используются внутренние сети, недос-
тупные для посторонних. В настоящее время такие сети во все большей
степени используют протоколы ИНТЕРНЕТ (сети ИНТРАНЕТ), поэтому
разрабатываемые ныне программные средства, реализующие МДЦ для
открытых сетей, смогут быть использованы и во внутренних компьютер-
ных сетях.

— е-
дать через сеть чрезмерно большой объем информации. и-

к дополнительным затруднениям. Действ тельно, для того чтобы пере-
дать и быстро осознать предложения переговорщиков, требуется значи-
тельное время, особенно если пре с-
лом параметров. МДЦ позвол ет решить эту проблему, поскольку в нем
рмации невелик. Остановимся на реализации

сети в случае простых предпочтений. Сна
общем случае, обращая внимание на ее особенности, связанные с исполь-
ванием компьютерных сетей, а затем пр ведем пример.

сети использует возможность построить ОЭП заранее. Это множество е-
сте с программным обеспечением, строящим карты решений и комплексы
кривых замещения по заданной ОЭП. Перед м-
к по сети, так и передав дискету
непосредственно.

Шаги процедуры поддержки переговоров состоят из четырех этапов,
тем, что переговорщики не собрались вместе, а связ м-
пьютерной сетью.

Этап 1. Переговорщики получают целевую точку по компьюте
сети. Программное обеспечение строит комплексы кривых з мещения,
венный критерий.

Этап 2. Переговорщик, зная свои д
и-
вых, переговоры с кем из партнеров могут представлять интерес, пытается
е-
реговоров. Обсуждение этих вопросов может происходить как по
компьютерной сети, так и на основе любых др гих средств связи (скажем,
фону или через посыльных).

Этап 3. Посредник извещается об образовании пары перегово щиков,
ж-
ду собой, и фиксирует эту пару. Те начинают перегов
риев по сети. При этом
они могут выдвигать предложения как по сети (демонстрируя предлагае-
мое перемещение точки), так и с п мощью телефона. Если реализована
аудиовизуальная связь между переговорщиками, то они могут демонст-

этой связи. О о-
рмальным образом, без использования линии, по которой идут
говоры. По окончании переговоров посредники регистрируют их
результат, т.е. новое положение текущей недоминируемой точки.

Этап 4. Переговорщики извещаются об окончании двухсторо е-
реговоров по компьютерной сети и процедура переходит к этапу 1 сле-
дующего шага.

о-
жет осуществляться с помощью средств ММ также по сети (обсуждение
этих возможностей выходит за пределы нашей книги).

Обратим внимание на то, что бл н-
– передается лишь целевая точка. Поло-
жение целевой точки может быть задано положением движков, число
которых равно числу переговорщиков, а передача такой информации по
компьютерной сети может быть реализована очень просто. На первом
этапе первого шага положение движков задается посредником, на втором
и четвертом этапах положение движков не меняется. На третьем (глав-
ном) этапе в процессе двуст
нии двух движков, чтобы целевая точка осталась на
тивного замещения. Последнее достигается тем, что в про-
е-
ния за счет согласованных перемещений движков, соответствующих тем
двум критериям, значения которых отложены по осям.

е-
говоров в реальном времени, т.е. когда решения должны прин
течение небольшого временного промежутка. Рассмотрим проблему рас-
воды между несколькими потребителями, расположенными в
бассейне одной реки. Предположим, что в теч
требуется орошение посевов, причем нед е-

– к падению потенциального урожая. Пусть пе-
– муниципалитетов.

неделю, что не позволяет разделить воду заранее. Представители муниципалитетов
а-
сованное решение о разделе воды между муниципалитетами (точнее, фермерами, отныне относящимися к муниципалитетам) на ближайшую неделю.
Значит, эта проблема – проблема в реальном времени, т.е. переговоры должны завершиться достаточно быстро.

р-
– это уменьшение потерь фермеров, принадлежащих к своему муниципалитету. В связи со сказанным можно использовать структуризованную процедуру, аналогичную описанной выше. Ее отличие состоит в том, что в данном случае ОЭП должна пересчитываться по мере поступления новых прогнозов стока и осадков, а также и уточнения характеристик почвы. Из-за
ж-
водиться вновь.

Процедура переговоров может иметь следующий вид. Создается некоторый региональный центр, осуществляющий компьютерную поддержку описываемых переговоров. В начале засушливого сезона этот центр
ш-
ливого периода. Затем, на
е-
достатка влаги, посредники строят ОЭП в прогнозируемых потерях урожая за весь засушливый период в каждом из муниципалитетов.
– о-
Ясно, что эти потери зависят от решений
а-
всего периода, так что построение ОЭП осуществляется заранее, это не
а-
чей. Однако, поскольку построение ОЭП осуществляется заранее, это не
говорящих.

ь-
– комбинации значений потерь.
Для этого переговорщики изучают ОЭП, т.е. получают конкретные значения потерь
в-
ного замещения как в виде карт решений, так и в виде комплексов кривых замещения. Анализ ОЭП происходит на пересечении
муниципалитетах, получивших ОЭП по сети.

решений. На основе неформальных контактов формируется пара переговорщиков, которая желает изменить положение цели по своей паре критериев. Переговорщики выбирают партнера на основе анализа замещений, опыта личных связей и возможностей компенсации возникающих потерь. Важно, что условия перемещения целевой точки, которые
этим муниципалитетами, оговариваются их секретом. Остальные участники
–
целевой точки (как на картах решений, так и на пересчитанных комплек-

сах кривых замещения). Далее все переговорщики снова получают воз-
вании новой пары, но уже в но-
вых, сложившихся к этому моменту условиях.

ное сочетание потерь объявляется окончательным. Рассчитывае н-
и-
е-
риода. На практике используется решение только для пе вой недели,
пересмотреть решение с помощью той же процедуры переговоров. На
следующих переговорах, однако, имее –
сочетание потерь, выработанное на предыдущих переговорах. Эта цель
стижимой, либо доминируемой, однако
и-
нируемой цели, явл ющейся объектом переговоров.

Эффективные стратегии распределения воды, полученные как следст-
вия целевых точек, могут также передаваться по сети, если имеются соот-
ветствующие технические возможности. Эти стратегии, однако, не явля-
ются информацией, необходимой при проведении пе бь-
ном времени, и, в принципе, могут передаваться и изучаться в
промежутках между сессиями переговоров (т.е. на ст
переговоров). Если же имеются возможности быс е-
гий по сети во время переговоров, то форма представления стратегий
(цифровая, визуальная или ММ) зависит исключительно от возможностей
сети.