

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Электронный курс
в системе дистанционного обучения Moodle

Работа выполнена по мероприятию блока 1 «Совершенствование
образовательной деятельности» Программы развития СГАУ
на 2009 – 2018 годы по проекту «Модернизация учебного процесса на факультете экономики и управления на основе
развития системы
электронного и дистанционного обучения»
Соглашение № 1/21 от 03.06.2013 г.

УДК 519.711.3(075)
ББК 65.050.2Я7
С-40

Автор-составитель: **Засканов Виктор Гаврилович, Иванов Дмитрий Юрьевич, Гришанов Геннадий Михайлович**

Системы поддержки принятия решений [Электронный ресурс] : электрон. курс в системе дистанц. обучения Moodle / М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); авт.-сост. В. Г. Засканов, Д. Ю. Иванов, Г. М. Гришанов. - Электрон. текстовые и граф. дан. - Самара, 2013. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

В состав электронного курса входят:

1. Курс лекций.
2. Методические указания к практическим занятиям.
3. Методические указания к курсовому проектированию.
4. Методические указания для самостоятельной работы студентов.

Электронный курс предназначен для студентов факультета экономики и управления, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 080500.62 «Бизнес-информатика», изучающих дисциплину «Системы поддержки принятия решений» в 6 семестре.

Курс разработан на кафедре организации производства.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»(СГАУ)

Засканов В. Г., Иванов Д. Ю., Гришанов Г.М.

Системы поддержки принятия решений

Курс лекций

**Самара
2013**

УДК 519.711.3(075) ББК 65.050.2Я7

З-36

Засканов В.Г., Иванов Д.Ю., Гришанов Г.М.

Системы поддержки принятия решений [Электронный ресурс] : курс лекций / В. Г. Засканов, Д. Ю. Иванов, Г.М. Гришанов; М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т).- Электрон. текстовые и граф. дан.(1,2МБайт) - Самара, 2013.

Электронный курс предназначен для студентов факультета экономики и управления, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 080500.62 «Бизнес-информатика», изучающих дисциплину «Системы поддержки принятия решений» в 6 семестре.

Курс разработан на кафедре организации производства.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2013

Лекция 1

Введение. Предмет теории принятия решений.

План

1. Предмет теории принятия решений;
2. Системный подход к принятию решений
3. Функции участников в процессе выработки решений
4. Объект и предмет исследования теории принятия решений (ТПР)

Ключевые слова

Системный анализ; системный подход; системный аналитик; проблемная ситуация; оптимальное решение; целевая функция; критерий; системы поддержки принятия решений; натурный эксперимент; экспертное исследование ситуации; модельное исследование ситуации.

Реальные ситуации, складывающиеся в общественной жизни любой страны, и, в частности, в экономической сфере, отличаются возрастающей сложностью задач, непрерывным изменением и неполнотой данных об экономической конъюнктуре, высокой динамичностью процессов. В этих условиях интеллектуальные возможности человека могут войти в противоречие с объемом информации, который необходимо осмыслить и переработать в ходе управления разнообразными технологическими и социальными процессами. Вследствие этого возрастает опасность срыва управления.

Основой управления, как известно, является **решение**. НТР настолько повысила уровень энерговооруженности лиц, принимающих решения (ЛПР), что ошибки от неверно принятых решений могут привести не только к экономической катастрофе для отдельного предпринимателя или отрасли, но и к глобальной катастрофе для человечества.

Действенным способом повышения эффективности и качества управления является овладение менеджерами всех уровней методологией **системного анализа** и принятия решений на основе математических методов. При этом в роли интеллектуального помощника человека выступает компьютер. Чтобы наделить компьютер “интеллектуальными” способностями, необходимо реальную экономическую или управленческую задачу заменить ее **математическим аналогом**, а опыт и интуицию человека – его **моделями предпочтений**. Именно эти вопросы составляют предмет **математической теории принятия решений**.

Математическая теория принятия решений в сложных ситуациях, которую часто называют **теорией принятия решений** (ТПР), занимается разработкой общих методов анализа ситуаций принятия решений. При помощи этих методов вся информация о проблеме, включая сведения о предпочтениях ЛПР и его отношении к риску, а также суждения ЛПР о возможных реакциях других субъектов на принятые им решения, используется для получения вывода о том, какой из вариантов решения является наилучшим.

Системный подход к принятию решений

Методологическую основу ТПР составляют элементы научной базы **системного подхода**. Системный подход обобщает теоретические посыпки и методы социально-прикладных и технических наук, а его концепции и принципы составляют основу для дальнейшего уточнения и конкретизации в других науках. Принципы системного подхода практически реализуются в элементах научной базы **системного анализа**.

Сам **системный анализ** – это совокупность конкретных, имеющих практическую направленность методических подходов, практических методов и алгоритмов, позволяющих реализовать теоретические концепции и главные идеи системного подхода в рамках социально-экономических и технических проблем. Системный подход и

системный анализ составляют базу таких научных дисциплин, как *теория управления* и ее социально-прикладная форма – *менеджмент*.

Теория принятия решений ориентируется на разработку и поиск оптимальных результатов по достаточно сложным проблемам, со значительным количеством связей и зависимостей, ограничений и вариантов решений. В связи с этим использование системного подхода в качестве методологической базы разрешения подобных проблем является совершенно необходимым.

Принципиальная особенность *системного подхода* состоит в рассмотрении объекта управления как сложной системы с многообразными внутрисистемными связями между ее отдельными элементами и внешними связями с другими системами.

Достоинством системного подхода является возможность учета неопределенности поведения элементов и системы в целом, а также обеспечение согласованности множества целей при принятии решения, в частности, целей элементов подсистем с общими целями системы (например, целей заводов и цехов, участков).

Цель *системного анализа* заключается в выяснении реальных целей принимаемого решения, возможных вариантов достижения этих целей, установлении условий появления проблемы, ограничений и последствий решения. Логический системный анализ дополняется математическим анализом системы. Характерными признаками системного анализа являются следующие:

- решения принимаются, как правило, относительно отдельных элементов системы, поэтому необходимо учитывать взаимосвязь элемента с другими и общую цель системы (т.е. реализовывать системный подход);
- анализ осуществляется по принципу – от общего к частному, сначала для всего комплекса проблем, а далее для отдельных составляющих;
- первостепенное значение имеют такие факторы, как время, стоимость, качество работы;
- нередко данные анализа ориентируют на выбор соответствующего решения;
- по отношению к логическим суждениям системный анализ является вспомогательным элементом;
- системный анализ позволяет выделить области, где принимаются логические суждения и определить значение каждого из возможных вариантов решения;
- широкое использование компьютеров на всех стадиях анализа проблемы и процесса принятия соответствующего решения.

Функции участников в процессе выработки решений

При решении практических задач управления, в частности, задач принятия решений, ЛПР постоянно использует анализ и синтез, системный подход и конкретно-формальные методы.

Функции, выполняемые ЛПР по организации разработки (принятия) решения, заключаются в следующем:

- управление процессом выработки решения;
- определение задачи, участие в ее конкретизации и выборе критериев оценки эффективности решения;
- окончательный выбор из имеющихся вариантов решения и ответственность за него;
- организация реализации разработанного решения исполнителями.

В разработке сложных решений, требующих использования системного анализа, принимают участие специалисты – *системные аналитики (системотехники)*.

Кратко изложим функции системных аналитиков и руководителей в процессе выработки решений.

Системные аналитики

- выявляют цели, в том числе посредством количественных методов,
- составляют перечень возможных целей и представляют его руководителю,
- определяют подходы к решению проблемы,
- выявляют и оценивают альтернативы решения проблемы,
- устанавливают причинно-следственные связи между факторами,
- выявляют тенденции изменений в развитии объектов,
- осуществляют выбор альтернатив и критериев оценки,
- проводят необходимые расчеты.

Руководитель (ЛПР)

- рассматривает состав целей (уточняет старые и оценивает новые),
- участвует в постановке задачи, выборе способов решения,
- учитывает объективные и субъективные факторы, влияющие на решение проблем,
- участвует в оценке степени риска при принятии решения,
- рассматривает данные анализа,
- контролирует своевременность подготовки решения.

Таким образом, несмотря на определяющую роль ЛПР в процессе выработки решения, в данном процессе часто задействована большая группа специалистов.

Объект и предмет исследования теории принятия решений (ТПР)

Объектом исследования ТПР является ситуация принятия решений, или так называемая **проблемная ситуация (ПС)**.

Предметом исследования ТПР выступают общие закономерности выработки решений в проблемных ситуациях, а также закономерности, присущие процессу **моделирования** основных элементов проблемной ситуации.

Основным назначением ТПР является разработка для практики научно обоснованных рекомендаций по организации и технологии построения процедур подготовки и принятия решений в сложных ситуациях с применением современных методов и средств (в первую очередь, компьютеров и компьютерных систем).

В основе современной ТПР лежит **комплексная концепция принятия решений**, которая требует учета всех существенных аспектов проблемной ситуации и рациональной интеграции как логического мышления и интуиции человека, так и математических и технических средств. Согласно этой концепции принятие решения – это сознательный **выбор из ряда вариантов (альтернатив)**. Этот выбор производит лицо, принимающее решение. В роли ЛПР выступает человек или коллектив, обладающие правами выбора решения и несущие ответственность за его последствия.

Суть концепции принятия решений состоит в том, что вначале ЛПР (а при необходимости и специалисты по проблемам принятия решений) содержательно анализирует возникшую социальную, экономическую или др. проблему. В итоге этой творческой логической деятельности и на основе личной интуиции ЛПР формулирует цель, достижение которой, по его мнению, разрешит проблему. Подробно разобравшись в существе цели и собственных предпочтениях, ЛПР формирует способы достижения цели и, наконец, принимает решение о том, какой из возможных способов, по его мнению, наилучший, то есть осуществляет **обоснованный выбор**.

Для принятия решения на научной основе широко используются методы такой прикладной научной дисциплины, как **исследование операций**. Однако применение формальных методов исследования операций может быть начато **только после формулировки цели**. В этом и состоит существенное различие в предмете исследования этих двух наук. Теория принятия решений **в качестве объекта исследования** берет проблему и начинается с формулирования цели. Промежуточными этапами являются **выбор наилучшего решения и интерпретация его для практики**. ТПР заканчивает применение

своего аппарата только после изучения степени разрешения стоявшей перед ЛПР проблемы и фиксации практического опыта.

Применение же аппарата исследования операций начинается только после того, как цель задана, и заканчивается отысканием *оптимального решения*, которое максимизирует (или минимизирует) *целевую функцию*, моделирующую степень предпочтительности в смысле достижения цели.

Предпочтительность того или иного исхода операции оценивают величиной специальной числовой функции, называемой *критерием*. Оптимальным считается такой вариант проведения операции, который обеспечивает наилучшее значение критерия или наилучшее (компромиссное) сочетание значений всех критериев (если их несколько).

Существует круг задач, для которых построены отработанные математические модели, позволяющие находить решение без участия ЛПР. Это задачи распределения ресурсов, транспортные задачи, задачи массового обслуживания, управления запасами и ряд других.

Однако имеется широкий круг задач, не укладывающихся в рамки перечисленных разделов исследования операций. Прежде всего – это *многокритериальные задачи*, решаемые в сложных ситуациях. Таким образом, *сложными* будем считать ситуации, которые отличаются наличием *нескольких критериев*, или действием *неопределенных факторов*, или необходимостью учета мнения *нескольких лиц*, а также другие “нестандартные” ситуации.

Многокритериальность объясняется тем, что при оценке действительно сложных ситуаций редко удается обойтись одним критерием.

Например, при оценке деятельности торгового предприятия рассматриваются такие важные частные результаты, как объем продаж, издержки хранения товаров, прибыль, оборачиваемость средств и др. Именно на значениях этих результатов чаще всего строят критерии. Одни из них (например, прибыль) желательно максимизировать, другие (например, издержки хранения) – минимизировать. Как правило, в этом смысле критерии эффективности решения *всегда противоречивы*. В результате оказывается, что *не существует* решения, наилучшего одновременно по всем критериям. Например, фирма не может получить максимальный доход при минимальных издержках.

Наличие *неопределенных факторов*, особенно в сочетании с многокритериальностью, существенно осложняет принятие решений. Даже если действует наиболее изученный в теоретическом отношении фактор – случайность и даже если задача однокритериальная, то принять решение не просто, так как нужно учитывать отношение ЛПР к риску, к возможности понести потери или убытки из-за неблагоприятного стечения обстоятельств.

Для случая с иными по своей природе неопределенностями (*поведенческой, природной*) ситуация принятия решения еще более осложняется. Например, доля в рынке сбыта, на которую может рассчитывать ЛПР, часто не определена. На “сопредельных” сегментах рынка конкуренты, как правило, преследуют собственные цели, часто неизвестные ЛПР, что делает процесс выработки решения чрезвычайно сложным.

Одним из важнейших исходных положений ТПР является тезис о том, что *не существует абсолютно лучшего решения*. Наилучшим решение может считаться лишь для данного ЛПР, в отношении поставленных им целей, только в данном месте и на данный момент времени. Основная задача ТПР состоит не в том, чтобы заменить человека в процессе выработки решения, а в том, чтобы помочь ему разобраться в существовании сложной ситуации.

Лекция 2

Эволюция теории принятия решений. ЭВМ в принятии решений

План

1. Эволюция теории принятия решений
2. ЭВМ в принятии решений
3. Формирование информационных ресурсов и использование информационных технологий в процессе разрешения проблемных ситуаций

Задача принятия решений (ЗПР) - одна из самых распространенных в любой предметной области. Ее решение сводится к выбору одной или нескольких лучших альтернатив из некоторого набора. Для того чтобы сделать такой выбор, необходимо четко определить цель и критерии (показатели качества), по которым будет проводиться оценка некоторого набора альтернативных вариантов. Выбор метода решения такой задачи зависит от количества и качества доступной информации. Данные, необходимые для осуществления обоснованного выбора, можно разделить на четыре категории: информация об альтернативных вариантах, информация о критериях выбора, информация о предпочтениях, информация об окружении задач.

В своем развитии теория принятия решений прошла через три стадии.

1. На первой стадии развивался *дескриптивный подход* к принятию решений. Здесь усилия ученых были направлены на описание процесса выбора решений человеком в целях определения рационального зерна, характерного для всякого разумного выбора. В результате проведенных исследований оказалось, что большинство людей действуют интуитивно, проявляя при этом непоследовательность и противоречивость в своих суждениях. Положительным аспектом исследований в области дескриптивного подхода явилось то, что удалось дать достаточно четкий ответ на вопрос, что может и чего не может человек, решая задачу выбора.
2. На второй стадии исследователи разрабатывали *нормативный подход* к принятию решений. Однако и здесь их постигла неудача, поскольку идеализированные теории, рассчитанные на сверхрационального человека с мощным интеллектом, не нашли практического применения.
3. На третьей стадии был развит *прескриптивный подход* к принятию решений. Он оказался наиболее плодотворным, поскольку предписывал, как должен поступать человек с нормальным интеллектом, желающий напряженно и систематизированно обдумывать все аспекты своей задачи. Прескриптивный подход не гарантирует нахождения оптимального решения в любой ситуации, но обеспечивает выбор такого решения, которое не обременено противоречиями и непоследовательностями. Данный подход предъявляет к человеку серьезные требования по освоению методов и приемов теории принятия решений, а также предписывает проведение многочисленных вычислений, связанных с реализацией этих методов.

ЭВМ в принятии решений

Первоначальным импульсом для применения ЭВМ в процессе принятия решений явилась необходимость проведения большого объема вычислений для получения обобщенной оценки путем синтеза всех плюсов и минусов по каждой альтернативе. На этом шаге решением ЗПР занимались специалисты, имеющие широкие знания как в области методов принятия решений, так и в программировании на ЭВМ.

Поскольку на практике указанное сочетание знаний является редким, возникла новая категория специалистов - аналитиков в области принятия решений. Аналитики владели методами принятия решений и навыками программирования и выступали в роли посредников между лицом, принимающим решение (ЛПР), и ЭВМ. Аналитик выполнял

следующие функции: уточнял совместно с ЛПР постановку задачи, выбирал метод принятия решений, адекватный задаче, собирал необходимую статистическую и экспертную информацию, строил модель задачи, организовывал обработку накопленной информации на ЭВМ, представлял полученные результаты ЛПР и их интерпретировал.

Следующий шаг в применении ЭВМ для принятия решений был связан с созданием диалоговых систем, позволявших менять интересующие исследователя параметры заложенной в память ЭВМ модели задачи принятия решений, выбирать алгоритм поиска решения или его параметров, исследовать чувствительность полученного решения. Такие системы позволяли получать исчерпывающую информацию для всестороннего обоснования выбираемых решений.

В настоящее время в связи с возросшими возможностями современных ЭВМ разработаны программные информационные системы, обеспечивающие поддержку процесса принятия решений на всех его фазах. Большинство систем принятия решений реализовано на персональных ЭВМ.

Формирование информационных ресурсов и использование информационных технологий в процессе разрешения проблемных ситуаций

В заключение рассмотрим вопрос формирования информационных ресурсов и использования информационных технологий в процессе разрешения проблемных ситуаций.

Система управления имеет *информационную природу*, организует согласованные потоки информации, которые доступны группе лиц, ответственных за ситуационный анализ, организующих контроль неопределенности ситуации, а также осуществляющих *натурное, экспертное и модельное* исследования альтернатив.

Кратко охарактеризуем отмеченные выше типы исследований.

Натурный эксперимент всегда ограничен по времени и ресурсам. Во всех ситуациях он приводит к снижению неопределенности. Натурный эксперимент часто невозможен, однако обладает максимальной достоверностью, являясь критерием фактического разрешения проблемной ситуации.

Экспертное исследование проблемной ситуации характеризуется тем, что общая информация о ситуации ограничивается личностным знанием эксперта. Однако экспертное знание обладает важнейшим свойством *концентрированности* на важнейших *группах альтернатив*.

Модельные исследования ситуации связаны с формализацией описания ситуации, выбором надлежащего *критерия адекватности* моделей и моделируемых ситуаций. Непосредственное исследование ситуации на модели завершается интерпретацией результатов моделирования для перераспределения предпочтительности альтернатив.

Свойства всех трех классов натуральных, модельных, экспертных операций над альтернативами ситуаций вынуждают для достижения максимальной эффективности системного анализа осуществлять рациональное *комбинирование* экспертных, модельных и натуральных исследований при выборе альтернатив. Конечным результатом операций натурального, модельного и экспертного исследования альтернатив является либо выигрыш во времени, либо экономия ресурсов, необходимых для достижения заданного *уровня определенности* проблемной ситуации.

Средства разрешения проблемной ситуации включают *компьютерные информационные технологии* и специальные *информационные организационные структуры*, например, *группы системного анализа*. Компьютерные технологии поддерживают все виды экспериментов и методов получения информации о предпочтениях альтернатив. Существуют различные компьютерные технологии планирования и управления ситуационным экспериментом. К компьютерным технологиям относятся и технологии *экспертных систем*. Компьютерные

информационные технологии моделирования ситуации чаще всего реализуют технологию *деловых игр*, проводимых группами системного анализа.

Натурные исследования ситуации включают выбор факторов, которые должны влиять на выбор каждой группы альтернатив. Различают *управляемые* и *наблюдаемые* факторы. Для управляемых факторов выделяются возможные уровни.

Сочетание факторов и их уровней образует *факторное пространство* натурального исследования. Вводится также критерий эффективности натурального исследования, который зависит от значений факторов. Этот критерий при натурном исследовании ситуаций является функцией отклика, которая отображает реакцию реальной проблемной ситуации на воздействия факторов и их уровни.

Сочетание всех возможных факторов и их уровней образует *множество допустимых состояний ПС*. Для проведения полного факторного эксперимента могут потребоваться чрезвычайно большие ресурсы и большое время, поэтому в ситуационном анализе так стремятся спланировать натурный эксперимент, чтобы за минимально-допустимое количество опытов получить максимальную информацию о свойствах различных альтернатив. Чаще всего выбирают ограниченный эксперимент, который достаточно полно характеризует ситуацию

После окончания эксперимента строится *уравнение регрессии*, связывающее значение функции отклика со значениями факторов и их уровней. Например, если функцией отклика является прибыль, то компонентами уравнения регрессии могут быть такие факторы, как цена, спрос. Это уравнение, отображающее результаты натурального исследования, несет в себе данные для перераспределения вероятностей альтернатив, характеризующих ситуацию.

Экспертные исследования ситуации часто осуществляются с помощью *экспертных систем*, которые относятся к системам *искусственного интеллекта*. Различают механизмы проведения экспертиз с *одним* или *многими* экспертами, при которых стремятся достичь согласованной оценки одной и той же группы альтернатив ситуации за счет высокого значения коэффициента согласия независимых экспертов.

Экспертная система включает:

- *базу знаний* по конкретной предметной области. Знания предполагают выделение процедурной и фактологической информации таким образом, что новые факты, обработанные с помощью процедур, дают новые знания;
- *лингвистический процессор*, формирующий вопросы и ответы;
- решающие правила по схеме “если - то”;
- *блок логического вывода*, который с учетом решающих правил формирует выводы;
- *блок интерпретации результатов*;
- *блок верификации логического вывода* с возможным анализом и верификацией каждой из альтернатив ПС.

Интерпретация логического вывода также осуществляется в терминах альтернатив ситуации. Экспертные системы поставляются в 2-х вариантах:

- в виде *пустой оболочки*.
- в виде *экспертной системы с конкретной предметной областью*.

Это дает возможность менеджеру-системоаналитику, принимающему решения, поэтапно формировать авторскую экспертную систему, которая должна быть сертифицирована.

Экспертные системы расширяют диапазон достоверного исследования ПС и выделяют из данных информацию, существенную для перераспределения альтернатив ПС.

Моделирование объекта включает:

- выбор критерия соответствия (адекватности) модели и объекта;
- выбор математического аппарата;
- получение и первичную обработку исходных данных для моделирования;
- алгоритмизацию поведения объекта моделирования;
- составление или применение готовой компьютерной программы;
- компьютерное моделирование с оценкой фактической адекватности результатов моделирования.

Кроме аналитического моделирования в системном ситуационном анализе применяется **компьютерное имитационное моделирование**, например, с помощью датчиков случайных чисел. Результаты аналитического и имитационного моделирования также нуждаются в интерпретации и содержат знания о свойствах исследованных альтернатив ПС.

Таким образом, комплекс системного информационного обеспечения ситуационного анализа включает рациональные методы сочетания модельного, натурального и экспертного исследования ПС.

По результатам ситуационного анализа формируется ситуационный отчет, в котором отображаются все рассмотренные операции. Комплекс таких отчетов, имеющих типовой характер, помещают в базу данных управленческих ситуаций.

Лекция 3

Назначение и краткая характеристика систем поддержки принятия решений (СППР)

План

1. Назначение и краткая характеристика систем поддержки принятия решений (СППР)
2. Схема процесса принятия решений

Основой успешного функционирования производственной среды является принятие решений, адекватных условиям, в которых функционируют объекты. *Системы поддержки принятия решений*, в которых сконцентрированы мощные методы *математического моделирования, науки управления, информатики*, являются инструментом, призванным оказать помощь руководителям в своей деятельности во все усложняющемся динамичном мире.

Преимущество компьютера состоит в огромных быстродействии и памяти, что делает его необходимым практически во всех областях человеческой деятельности.

В принятии решений важнейшими областями, в которых компьютер становится ближайшим помощником человека, являются:

- быстрый доступ к информации, накопленной в компьютере лица, принимающего решение, или в компьютерной сети;
- осуществление оптимизации или интерактивной имитации, основанных на математических или эвристических моделях;
- нахождение в базах данных принятых ранее решений в ситуациях, подобных исследуемым, для использования ЛПР в подходящий момент;
- использование знаний лучших в своей области специалистов, включенных в базы знаний экспертных систем;
- представление результатов в наиболее подходящей для ЛПР форме.

Но традиционное использование ЭВМ не самое эффективное. Руководитель, кроме информации из базы данных, кроме некоторых экономических или технологических расчетов, в своей деятельности встречается с большим количеством задач по управлению системой, которые не решаются в рамках традиционных информационных технологий.

В связи с необходимостью решения задач подобного рода были разработаны компьютерные системы нового типа - системы поддержки принятия решений (СППР).

СППР представляют собой системы обработки информации в целях *интерактивной поддержки деятельности руководителя* в процессе принятия решений.

Можно выделить два основных направления такой поддержки:

- *облегчение взаимодействия* между данными, процедурами анализа и обработки данных и моделями принятия решений, с одной стороны, и ЛПР, как пользователя этих систем – с другой;
- *предоставление вспомогательной информации*, в особенности для решения *неструктурированных* или *слабоструктурированных* задач, для которых трудно заранее определить данные и процедуры соответствующих решений.

Другими словами, СППР - это компьютеризированные помощники, поддерживающие руководителя в преобразовании информации в эффективные для управляемой системы действия. Эти системы должны обладать такими качествами, которые делают их не только полезными, но и незаменимыми для ЛПР. Как любые информационные системы, они должны обеспечивать специфические нужды процесса принятия решений в информации. Кроме того, и это, видимо, главное - СППР должна адаптироваться к его стилю работы, отражать его стиль мышления, ассистировать все (в

идеале) или большинство важных аспектов деятельности ЛПР. СППР должны иметь возможность адаптироваться к изменению вычислительных моделей, общаться с пользователем на специфическом для управляемой области языке (в идеале на естественном), представлять результаты в такой форме, которая способствовала бы более глубокому пониманию результатов.

При этом, естественно, роль СППР не в том, чтобы заменить руководителя, а в том, чтобы *повысить его эффективность*. Цель СППР заключается не в автоматизации процесса принятия решения, а в осуществлении *кооперации, взаимодействия* между системой и человеком в процессе принятия решений. СППР должна поддерживать интуицию, уметь распознавать двусмысленность и неполноту информации, и иметь средства для их преодоления. Они должны быть дружественными ЛПР, помогая им в концептуальном определении задач, предлагая привычные представления результатов.

Каждый руководитель обладает присущими только ему знаниями, талантом, опытом и стилем работы. Одной из целей СППР является помощь человеку в улучшении этих своих качеств. Кроме известных требований к информационным системам (мощная СУБД, которая обеспечивает эффективный доступ к данным, их целостность и защиту; развитые аналитические и вычислительные процедуры, обеспечивающие обработку и анализ данных; транспортабельность, надежность, гибкость, возможность включения новых технологических процедур), СППР должны обладать специфическими чертами:

- возможностью выработки вариантов решений в специальных, неожиданных для ЛПР ситуациях;
- возможностью моделей, применяемых в системах, адаптироваться к конкретной, специфической реальности в результате диалога с пользователем;
- возможностью системы интерактивного генерирования моделей.

В связи с тем, что ЛПР не всегда имеет хорошо определенную цель в каждой ситуации, решение является *исследовательским процессом*, а СППР - средством более углубленного познания системы и усовершенствования своего стиля работы руководителем. Как правило, СППР имеют *модульную структуру*, что позволяет включать новые процедуры и модернизировать уже включенные в систему в соответствии с новыми требованиями.

Принятие решений предусматривает последовательное выполнение следующих шагов: осмысливание проблемы, диагностика, концептуальное или математическое моделирование, выработка альтернатив и выбор тех, которые в наибольшей степени удовлетворяют поставленным целям, а также мониторинг осуществления решения.

СППР призваны помочь ЛПР на каждом из перечисленных шагов и, следовательно, прогресс в разработке и расширении области их применения зависит и от концепции их построения, и от совершенства отражения каждой из функций, которую они поддерживают.

Прогресс последних лет выражается в интеграции в СППР систем, основанных на *знаниях*, что позволяет получать советы и *объяснения* предложенного решения.

Эволюция СППР также характеризуется и уровнем помощи, оказываемой ЛПР - от *пассивной* поддержки к расширенной, *активной* поддержке. Пассивная поддержка предоставляет удобный инструмент, не претендуя на изменение существующих способов действий ЛПР. Качество этих СППР зависит от удобства и доступности программного продукта, точнее сказать, от его *интерфейса*. Фактически это интерактивные информационные системы, предоставляющие руководителю только те услуги, которые он требует, и только в ответ на его требование. В пассивный подход включаются традиционные СППР, которые отвечают на вопрос "что если?" (what if?). ЛПР выбирает альтернативы и оценивает их, имея возможность анализировать простые альтернативы, обобщая, увеличивает эффективность процесса принятия решений.

В настоящее время создались предпосылки для перехода к *расширенной* поддержке принятия решений, в которой используются новые, нетрадиционные области,

используются аналитические методы и, в частности, **многокритериальный анализ**. Этот подход более широко использует нормативный аспект получения эффективного решения, чем обычные СППР. Одновременно присутствуют процедуры **анализа** и **объяснения** полученного решения и **оценки** как преимуществ, так и возможных потерь.

Таким образом, ЛПР может оценить предложенный СППР вариант и принять решение, имея более широкий взгляд, как на само решение, так и на его последствия, благодаря консультациям, предоставленным системой.

Как правило, СППР используют информацию из баз данных и знаний и (или) предоставленную ЛПР. Известно, что руководители пользуются и информацией из текстуальных документов, отчетов, специальных обзоров, статей и др. Возможно и более широкое применение неструктурированной информации в СППР.

В настоящее время выделяют три класса СППР в зависимости от сложности решаемых задач и областей применения.

СППР первого класса, обладающие наибольшими функциональными возможностями, предназначены для применения в органах государственного управления высшего уровня (например, министерства) и органах управления больших компаний при планировании крупных комплексных целевых программ для обоснования решений относительно включения в программу различных политических, социальных или экономических мероприятий и распределения между ними ресурсов на основе оценки их влияния на достижение основной цели программы. СППР этого класса являются системами **коллективного пользования**, базы знаний которых формируются многими экспертами - специалистами в различных областях знаний.

СППР второго класса являются системами **индивидуального пользования**, базы знаний которых формируются самим пользователем. Они предназначены для использования государственными служащими среднего ранга, а также руководителями малых и средних фирм для решения оперативных задач управления.

СППР третьего класса являются системами индивидуального пользования, адаптирующимися к опыту пользователя. Они предназначены для решения часто встречающихся прикладных задач системного анализа и управления (например, выбор субъекта кредитования, выбор исполнителя работы, назначение на должность и пр.). Такие системы обеспечивают получение решения текущей задачи на основе информации о результатах практического использования решений этой же задачи, принятых в прошлом.

Конкурентоспособное производство должно основываться на новейших достижениях и в связи с этим достаточно легко переориентироваться на более совершенные технологии. Поэтому руководителю любого ранга следует обеспечить необходимую помощь в выработке и обосновании решений, адекватных изменяющимся условиям, в которых функционирует управляемая им система, и воздействиям со стороны среды. СППР являются мощным инструментом для выработки альтернативных вариантов действий, анализа последствий их применения и совершенствования навыков руководителя в столь важной области его деятельности как принятие решений.

Схема процесса принятия решений

Общая схема процесса принятия решений включает следующие основные этапы:

Этап 1. *Предварительный анализ проблемы*. На этом этапе определяются:

- главные цели;
- уровни рассмотрения, элементы и структура системы (процесса), типы связей;
- подсистемы, используемые ими основные ресурсы и критерии качества функционирования подсистем;
- основные противоречия, узкие места и ограничения.

Этап 2. *Постановка задачи.* Постановка конкретной задачи принятия решений (ЗПР) включает:

- формулирование задачи;
- определение типа задачи;
- определение множества альтернативных вариантов и основных критериев для выбора из них наилучших;
- выбор метода решения ЗПР.

Этап 3. *Получение исходных данных.* На данном этапе устанавливаются способы измерения альтернатив. Это либо сбор количественных (статистических) данных, либо методы математического или имитационного моделирования, либо методы экспертной оценки. В последнем случае необходимо решить задачи формирования группы экспертов, проведения экспертных опросов, предварительного анализа экспертных оценок.

Этап 4. *Решение ЗПР с привлечением математических методов и вычислительной техники, экспертов и лица, принимающего решение.* На этом этапе производится математическая обработка исходной информации, ее уточнение и модификация в случае необходимости. Обработка информации может оказаться достаточно трудоемкой, при этом может возникнуть необходимость совершения нескольких итераций и желание применить различные методы для решения задачи. Поэтому именно на этом этапе возникает потребность в компьютерной поддержке процесса принятия решений, которая выполняется с помощью автоматизированных систем принятия решений.

Этап 5. *Анализ и интерпретация полученных результатов.* Полученные результаты могут оказаться неудовлетворительными и потребовать изменений в постановке ЗПР. В этом случае необходимо будет возвратиться на этап 2 или этап 1 и пройти заново весь путь. Решение ЗПР может занимать достаточно длительный промежуток времени, в течение которого окружение задачи может измениться и потребовать корректировок в постановке задачи, а также в исходных данных (например, могут появиться новые альтернативы, требующие введения новых критериев). Задачи принятия решений можно разделить на статические и динамические. К первым относятся задачи, которые не требуют многократного решения через короткие интервалы времени. К динамическим относятся ЗПР, которые возникают достаточно часто. Следовательно, итерационный характер процесса принятия решений можно считать закономерным, что подтверждает необходимость создания и использования эффективных систем компьютерной поддержки. ЗПР, требующие одного цикла, можно скорее считать исключением, чем правилом.

Лекция 4

Проблема принятия решения. Основные понятия теории принятия решений План

1. Основные понятия и определения
2. Классификация математических моделей
3. Механизм ситуации. Типы модельных связей
4. Основные типы механизма ситуаций
5. Критерии. Выбор критерия

Ключевые слова

Проблема; ЛПР; цель; операция; результат; модель; управление; решение; условия; альтернатива; критерий; наилучшее решение; однозначные связи; многозначные связи; оценка критерия; эффективность решений; субъективные факторы принятия решений; объективные факторы принятия решений; концепции ТПР; принципы ТПР

Основные понятия и определения.

Изучение любой науки требует определения используемых в ней терминов. Рассмотрим следующие основные понятия: *проблема, ЛПР, цель, операция, результат, модель, управление, решение, условия, альтернатива, критерий, наилучшее решение.*

Проблема. Проблема - начальный пункт потребности в выработке и принятии решений. Понятие проблемы раскрывается через ощущение субъектом некоего дискомфорта. Обычно субъект ощущает проблему как своеобразное расхождение между тем, что он желал бы иметь или чего бы хотел достигнуть (желательное состояние), и тем, что он реально имеет в настоящий момент (действительное состояние).

Проблема, естественно, требует решения. Однако далеко не каждая проблема может быть решена имеющимися в распоряжении индивида средствами. Поэтому в понятие проблемы включается не только *потребность* в устранении дискомфорта, но и *реальные возможности* для решения проблемы. В общем случае *ресурсы* (иногда говорят активные ресурсы, имея в виду возможность направления их на осуществление той или иной акции) означают все то, что может быть использовано для достижения цели. Главными из ресурсов всегда являются люди, время, финансы (деньги) и расходные материалы для намечаемой деятельности.

ЛПР. Под лицом, *принимающим* решения (ЛПР), понимается субъект, который всерьез намерен устранить стоящую перед ним проблему, выделить на ее разрешение и реально задействовать имеющиеся у него активные ресурсы, суверенно воспользоваться положительными результатами от решения проблемы или взять на себя всю тяжесть ответственности за неуспех, неудачу, напрасные расходы.

Цель. Формализованное описание того желаемого состояния, достижение которого отождествляется в сознании ЛПР с решением проблемы. Цель описывается в виде требуемого результата, как правило, векторного (т.е. характеризуемого несколькими компонентами или параметрами). Компонентами вектора требуемого результата чаще всего выступают показатели затрат (человеческий труд, время, деньги, материалы и др.) и эффекта (имидж, прибыль, надежность и др.).

Операция - любая *целенаправленная* деятельность, любой комплекс мероприятий, осуществляемых ЛПР в интересах достижения намеченной цели.

Результат. Под результатом будем понимать специальную форму представления (описания) наиболее важных для ЛПР характеристик исхода операции. При исследовании операции ее результаты представляют в наиболее подходящей для этого шкале. Если, например, исходами коммерческой операции приняты "прибыль" и "убытки", то предпочтительность (или, наоборот, неpreferability) указанных исходов можно

будет измерять, например, или в *количественной* шкале (в денежном выражении), или в *качественной* шкале (например, с градациями "критический", "низкий", "средний", "высокий").

Модель. Любой удобный для изучения упрощенный образ объектов реальной действительности. Такой образ может быть сформирован описательно, то есть словами (*вербальная модель*), может быть представлен с помощью символов или знаков (*семиотическая модель*), может быть *физической копией*, графическим изображением на экране монитора (например, электронная карта города).

Следует иметь в виду, что слово "*модель*" многозначно и часто используется в значении "общепринятый (или - "утвержденный лицом, принимающим решения") образец для подражания" (то есть повторения на практике). В этом смысле уместно употребление таких терминов, как "модель мироздания", "модель операции", "модель системы предпочтения ЛПР" и т. п.

Выбор типа модели должен основываться на понимании того, зачем нужна модель, с какой целью производят моделирование. Это позволит правильно определиться в уникальном сочетании требуемых характеристик, свойств модели и выйти на подкласс моделей, которые в наибольшей степени отвечают требуемым свойствам. Для *исследовательских* моделей, которые нужны, чтобы изучить какой-то научный феномен, и с которыми работают узкие специалисты, не нужно ни особой наглядности, ни компактности, но зато важны точность и быстроедействие; для *оптимизационных* моделей главное скорость и точность отыскания экстремума функции; для *дидактической* модели - этичность, эстетичность, доходчивость, яркость (выразительность), доступность (например, цена), - важнейшие свойства, а особой точности от нее не требуется.

Итак, для каждого типа моделей характерен свой собственный, вполне определенный набор свойств. *Вербальные* модели обладают высокой информационной репрезентативностью, но их трудно использовать для преобразования информации или решения расчетно-аналитических задач. *Семиотические* модели в зависимости от конкретной формы использования тех или иных знаков и символов могут быть, например, *графическими, логическими, математическими*. С помощью математических моделей удобно решать, например, информационные и оптимизационные задачи. *Логические модели* широко используются при построении баз знаний.

Учитывая особую роль математических моделей в процессе принятия решений, приведем классификацию данных моделей (Рис. 1.1).

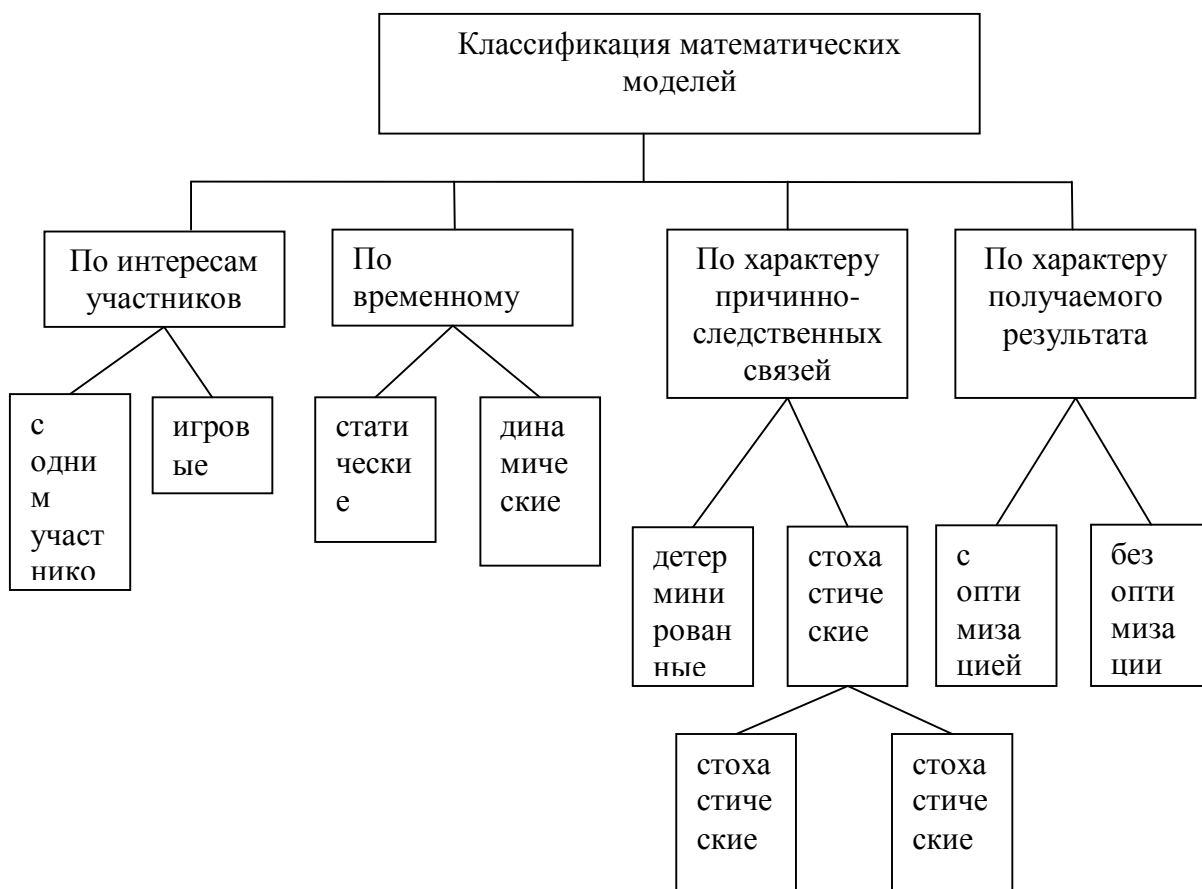


Рис.1.1. Классификация математических моделей

Особое место занимают так называемые **игровые** модели - политические, экономические, социальные, развлекательные, военные и деловые игры. С помощью игровых моделей удобно исследовать механизмы поведенческой неопределенности.

Управление. Решение проблемы, стоящей перед ЛПР, возможно только путем направления и задействования активных ресурсов для исполнения конкретных заданий или работ. Персоналу необходимо указать, где, когда, что и с помощью чего сделать, каковы требования к качеству выполняемых заданий или работ, каковы допустимые отклонения от намеченных заданий и при каких форс-мажорных обстоятельствах следует принять экстренные меры, каковы эти меры, и пр. Все вышесказанное объединяется понятием "управление".

Управлять - значит направлять кого-либо или что-либо к намеченной цели для достижения желаемого результата. Управление - это процесс, протекающий во времени. Главное требование к качеству управления - это его **непрерывность**.

Помимо непрерывности есть и ряд других требований к управлению, например требование определенной **свободы** ("люфта") в действиях исполнителей, требования **гибкости** (возможности корректировки в случае необходимости ранее намеченного плана с минимальными потерями), **оптимальности** и некоторые другие.

Решение. Качество исхода предпринятых ЛПР действий зависит не только от качества имеющихся **ресурсов** и условий их применения, но и от качества **способа их задействования**. Обычно одну и ту же задачу можно решить разными способами.

Чаще всего слово "решение" употребляется как конкретный, наилучший способ устранения проблемы, который выбирает ЛПР.

Альтернатива. Это условное наименование какого-то из возможных (допустимых в соответствии с законами природы и предпочтениями ЛПР) способов достижения цели. Каждая отдельная альтернатива отличается от других способов решения проблемы

последовательностью и **приемами задействования** активных ресурсов, то есть специфическим набором указаний исполнителям о частных целях и путях их достижения.

Условия. Каждая проблема всегда связана с определенным комплексом условий ее разрешения. Анализируя тот или иной способ достижения цели, ЛПР должно четко представлять закономерности, связывающие ход и исход процесса выполнения задачи с принятыми решениями.

Совокупность представлений об этих закономерностях, выраженных в упрощенной модельной форме, будем называть **механизмом ситуации**. При этом будем считать, что указанное упрощение связей означает, что из всего их многообразия выделяются лишь вносящие наиболее значительный вклад в формирование результата.

В принципе модельных типов связей в механизме ситуации только два: **однозначные** и **неоднозначные**.

Однозначные связи порождают устойчивое и вполне определенное соотношение между реализуемым решением и исходом его реализации. Исход здесь вполне определен, как только указан способ действий. Например, если из одного источника финансирования фиксированная сумма денег направляется к двум потребителям поровну, то ясно, что каждый из них может получить не более половины от выделенной суммы; если увеличить количество транспортных средств общественного пользования, то уменьшится средняя загруженность транспорта и т.п. Подобные механизмы ситуации, в которых ожидаемый исход наступает практически всегда, а вероятность альтернативных исходов пренебрежимо мала, будем называть **детерминированными**.

Многозначные связи между способом и исходом решения проблемы - это такие связи, в рамках которых при многократном задействовании одного и того же фиксированного способа решения проблемы не только в принципе возможно появление разных исходов (результатов), но и степени возможности указанных альтернативных исходов соизмеримы (нельзя какие-то исходы считать крайне маловероятными по сравнению с другими). Рассмотрим три достаточно легко интерпретируемых примера подобных механизмов.

А) Проверка качества изделий с помощью ограниченной по объему случайной выборки. Процент выявленных при этом бракованных изделий является случайной величиной (применением специальных методов контроля можно, конечно, существенно повысить точность оценки).

Б) Покупка акций с целью наилучшим образом вложить свободные деньги. Через некоторое время эти акции под действием механизма формирования конъюнктуры на рынке ценных бумаг могут дать доход, а могут принести финансовый крах.

В) Посев теплолюбивой сельскохозяйственной культуры в средней полосе. В зависимости от погодных условий предстоящего летнего сезона урожай может быть совершенно различным.

Общим для представленных трех примеров является то, что связи в цепочках "решение-результат" неоднозначны. Однако природа механизма этой неоднозначности разная. В первом примере - это **случайность**, во втором - **неопределенное поведение** других субъектов на рынке ценных бумаг, в третьем - **природная неопределенность**.

Таким образом, в дальнейшем будем ориентироваться на два основных типа механизма ситуации: **детерминированный** (условия определенности) и **неопределенный** (условия неопределенности), уточняя при необходимости природу явлений, порождающих неопределенность.

Критерий (от греч. kriterion - "мерило для оценки чего-либо") позволяет оценить **эффективность решения** ЛПР. На данном этапе достаточно иметь в виду, что критерий - это **значимая (важная, существенная)**, понятная ЛПР, измеримая и хорошо им интерпретируемая характеристика возможных исходов операции. Именно с помощью критерия ЛПР судит о предпочтительности исходов, а значит, и способов проведения операции по решению проблемы.

Иногда функциональное преобразование результата в критерий производят так, чтобы большие значения критерия соответствовали большей предпочтительности значений результата.

Выбор критерия представляет собой сложный процесс. Но совершенно точно можно назвать критерии, без которых практически невозможно оценивать предпочтительность исходов любой экономической или коммерческой операции. Это такие критерии, как *время, затраты, прибыль, эффективность*.

Значения, которые принимает критерий и которые отражают в сознании ЛПР степень предпочтительности или неpreferibility тех или иных свойств исхода операции, будем называть или *показателем*, или *оценкой* критерия, или просто - *оценкой*. Оценки критерия выражаются в принятых для их измерения специальных шкалах.

Наилучшее решение представляет собой ту из альтернатив среди имеющихся вариантов достижения цели, которая рассматривается ЛПР как самый главный претендент на звание "решение". Наилучшее решение определяют на основе выявления и измерения личных предпочтений ЛПР. Вербально "наилучшее решение" можно определить как альтернативу, которую ЛПР *устойчиво выделяет* среди других, которую он постоянно предпочитает любой другой из имеющихся альтернатив. Однако в ТПР допускают, что наилучших решений может быть несколько. При этом полагают, что они все между собой одинаковы по предпочтительности (эквивалентны). Множественность наилучших альтернатив возникает из невозможности их различить *при данном уровне детализации* предпочтений ЛПР. Следовательно, для выделения единственной наилучшей альтернативы есть только один путь - *последовательное уточнение предпочтений ЛПР по дополнительным аспектам* (так называемый *принцип вложенных отношений*).

Лекция 5

Эффективность решения

Аксиомой управления и теории принятия решений является всегда имеющаяся возможность неудачного исхода операции – вне зависимости от уровня квалификации и искусства ЛПР.

Имеется достаточно много причин подобной реальности управления - как объективных, так и субъективных.

Одними из наиболее веских *объективных* причин неудач в управленческой деятельности следует считать неопределенность среды управления и неполноту информированности ЛПР или менеджеров об условиях проведения операции (то, что называется неопределенным механизмом ситуации).

ЛПР и менеджеры всегда принимают управленческие решения, основываясь только на доступной им в данный момент информации о политических, экономических, финансовых, социальных, правовых и других обстоятельствах. Однако совершенно ясно, что информация о ситуации и сама ситуация - далеко не одно и то же; информация о ситуации - это упрощенный образ, *модель* ситуации. Как и всякая модель, информация о ситуации, конечно же, обладает *ограниченной полнотой, точностью и своевременностью* сведений и данных. Причин здесь много: от нехватки времени на сбор данных до сознательного искажения информации.

Помимо ЛПР, его менеджеров и рядовых исполнителей в финансово-экономическую деятельность фирмы всегда вовлечено большое количество других субъектов: представителей правительственных кругов и СМИ, партнеров и субподрядчиков по финансово-экономическому проекту, конкурентов, обывателей. Даже если эти субъекты и не настроены враждебно по отношению к ЛПР, они все равно воспринимают ситуацию по-своему. Применительно к конкретным условиям

компаньоны и подрядчики имеют не иллюзорную, а конкретную в каждый момент времени производительность труда и по-разному склонны относиться к итогам труда. Все это искажает представления ЛПР о степени благоприятности текущей ситуации, побуждает его предпринимать не всегда верные решения. Тем более это справедливо в контексте степени информированности ЛПР о возможных планах, намерениях и возможных действиях его конкурентов.

Таким образом, следует проявлять осторожность при принятии управленческих решений на основе имеющейся информации о сложившейся ситуации.

Основное правило ТПР или аксиома управления может быть сформулировано следующим образом:

ЛПР всегда должно действовать, помня, что только решения и планы бывают идеальными, а люди и обстоятельства всегда реальны, и поэтому любое управленческое решение, любой план несет в себе возможность не только успеха, но и неудачи.

Перейдем к рассмотрению понятия **эффективности решений**. Естественно, решения принимаются для достижения конкретных целей в ходе устранения проблем. Сами эти цели намечаются ЛПР как некоторые желаемые результаты, которые необходимо получить в ходе планируемой операции. А раз так, то целесообразно эффективность решения оценивать **степенью полезного эффекта**, который ЛПР получает в результате проведенной операции. Очевидно, что если цель выбрана верно (если она адекватна проблеме), а полученные в ходе операции результаты не хуже тех, которые были намечены в качестве цели, - значит, решение было удачным, то есть - эффективным.

Таким образом, эффективность решения будем оценивать степенью его полезности, пользы для ЛПР в смысле устранения стоящих перед ним экономических, финансовых, личных или других проблем. Эта польза для ЛПР может быть получена как вследствие каких-то физически ощутимых изменений в чем-либо, например, в росте прибыли, в увеличении сегмента рынка, в изменении производительности труда, так и вследствие изменений чьих-то мнений или оценок, повышения имиджа ЛПР, престижа его фирмы и т. п.

Таким образом, **эффективность решения** - это субъективная оценка ЛПР полезности рассматриваемого решения в целях устранения стоящей перед ним проблемы. Такую оценку ЛПР выносит для себя перед ответственным моментом - принятием решения о том, какой из возможных способов достижения цели выбрать. Именно эта оценка и является рациональной основой для осмысленного выбора.

При этом ЛПР, как правило, опирается не на подробные описания ситуации принятия решений, а на упрощенные и обобщенные модельные построения. Для ЛПР желательно также подкрепить свои выводы о предпочтительности какими-нибудь количественными сопоставлениями и сравнениями, в связи с чем приходится применять **математические методы анализа предпочтительности вариантов**.

Естественно, после того как решение уже принято и реализовано, представление ЛПР об эффективности этого решения может измениться (стать иным). Это обусловлено тем, что только после реализации решения, после того, как выяснится, что было сделано правильно, а что - неверно, становится ясно, действительно ли актуальная проблема решена или же своим решением ЛПР только усугубило исходную проблему, породило новые трудности.

Таким образом, правильнее говорить о двух оценках эффективности решения: о **теоретической (априорной)** эффективности решения, на основе которой делается обоснованный выбор наилучшей альтернативы для реализации, и о **фактической (апостериорной)** эффективности решения.

В этой же связи сам процесс управления и принятия решений, содержащий как объективные, так и субъективные компоненты, строгую формализацию и интуицию, навыки и умения, следует рассматривать как сплав науки, искусства и опыта.

Рассмотрим взаимодействие ведущих факторов, которые определяют эффективность решений.

Без ограничения общности будем считать, что в проводимой ЛПР операции действует неопределенный механизм ситуации, а следовательно, реализация любого из возможных решений ЛПР приводит к неоднозначному исходу операции (и не всегда к предпочтительному результату).

В качестве основных модельных исходов реализации какого-то экономического или финансового решения концептуально выделим лишь два и назовем их "успех" и "неудача". Поскольку эффективность решений для ЛПР определяется не только соотношением величин полезностей результатов успеха или тяжестью последствий

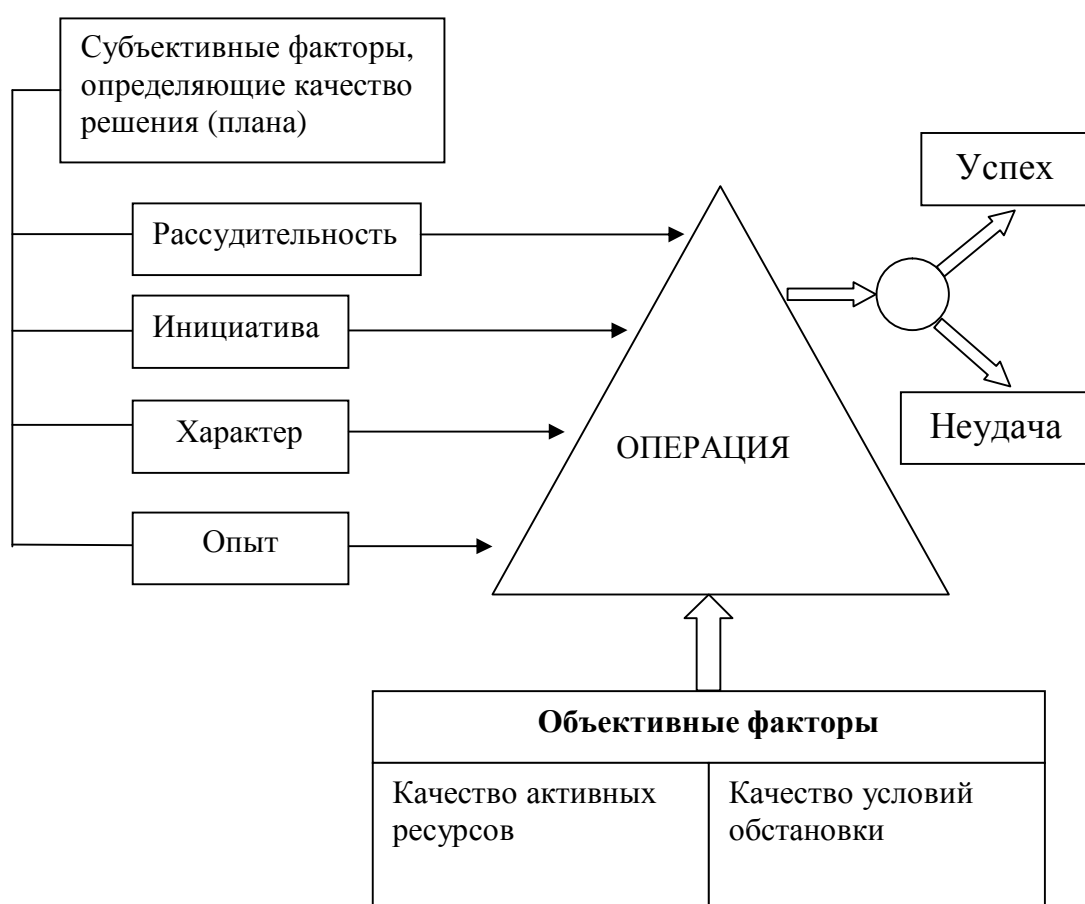


Рис.2. Модель связей между основными факторами, влияющими на исходы операции

неудачи, но и соотношением шансов на успех и неудачу, учтем и эти меры неопределенности.

Удобную интерпретацию понятия эффективности решения позволяет получить простая графическая модель, представленная на Рис. 1.2.

Эта модель описывает связи между основными факторами, влияющими на исходы операции, - объективными и субъективными составляющими оценки качества решения.

В группу объективных факторов включены такие важные характеристики, как собственные финансово-экономические возможности ЛПР (качество активных ресурсов), обстоятельства, определяющие степень благоприятности для ЛПР финансовой,

экономической и политической ситуации, наличие хороших партнеров и т. п. (качество условий обстановки). Вторую группу - субъективные факторы - составляют характеристики личности ЛПР как управленца.

Лекция 6

Методы принятия управленческих решений

Универсальность процедуры принятия решений и применяемого при этом математического аппарата позволяет в равной степени использовать излагаемый ниже материал как в контуре взаимодействия человека с техническими средствами АСУ, так и при проектировании этого взаимодействия, и частности при разработке структурной схемы интерфейса взаимодействия, выборе комплекса технических средств, лучшего алгоритма решения задач и т. д.

Проблема принятия решений составляет суть любой целенаправленной человеческой деятельности. Вместе с тем она, несмотря на нее многообразие возможных условий и ситуаций, и которых осуществляется выбор, носит достаточно универсальный характер.

Для ситуаций, в которых происходит выбор решений, характерно :

1) *наличие цели (целей)*. Необходимости принятия решения диктуется только наличием некоторой цели, которую следует достичь. Если цель отсутствует, то не возникает и необходимости принимать какое-либо решение;

2) *наличие альтернативных линий поведения*. Решения принимаются в условиях, когда существует более одного способа достижения поставленной цели. Каждый из способов может характеризоваться различными степенями и различными вероятностями достижения цели, требовать различных затрат;

3) *наличие ограничивающих факторов*, Естественно, что лицо, принимающее решение, не обладает бесконечными возможностями. Все множества ограничивающих факторов можно разбить на три основные группы:

экономические факторы - денежные средства, трудовые и производственные ресурсы, время и т. п.;

технические факторы — габариты, вес, энергопотребление, надежность, точность и т. п.;

социальные факторы, учитывающие требования человеческой этики и морали.

Процесс принятия решений. Процесс принятия управленческого решения — это преобразование исходной информации (информации состояния) в выходную информацию (информацию управления — приказ). Решение может быть формальным и творческим. Принято считать, что если преобразование информации выполняется с помощью математических моделей, то выработанное решение считается формальным, если решение появляется в результате скрытой работы интеллекта человека, принимающего решение, то оно — творческое.

Такое деление в достаточной степени условно, поскольку чисто формального или чисто творческого решения не существует. Если решение вырабатывается с помощью математической модели, то знания и опыт человека (элементы творчества) используются при ее создании, а интуиция (элемент творчества) в момент, когда он задает то или иное значение параметра исходной информации или выбирает из множества альтернативных вариантов, полученных с помощью математической модели, один в качестве решения на управление. Если основным инструментом выработки решения является интеллект человека, то формальные методы, носителем которых практически является вся наука, скрыто присутствуют в его знаниях и опыте. В соответствии с подразделением на творческие и формальные все множество проблем, сопутствующих любому процессу приписи решений, условно делится на два класса: проблемы концептуального характера и проблемы формально математического и вычислительного характера.

К концептуальным проблемам относятся сложные логические проблемы, которые невозможно решить с применением только формально-математических методов и ЭВМ. Часто эти проблемы уникальны в том смысле, что они решаются впервые и не имеют прототипов в прошлом. Концептуальные проблемы обычно решаются на уровне руководителей с привлечением группы экспертов, в качестве которых выступают

высококвалифицированные специалисты из различных областей науки и практической деятельности. При решении концептуальных проблем наибольший вес имеют не формально-математические методы, а эрудиция, опыт и интуиция людей. Формальные методы играют вспомогательную роль как средство, облегчающее и организующее эвристическую деятельность людей. К числу концептуальных относятся, в частности, такие проблемы, как анализ и выбор целей, выявление совокупностей показателей, характеризующих следствия принятого решения, выбор из их числа критериев оптимальности и т. д. Формализация эвристических процедур является содержанием так называемой неформальной теории принятия решений.

В дальнейшем мы будем предполагать, что цели управления, соответствующие им критерии оптимальности и ограничения заданы и обсуждению не подлежат. Иными словами, мы будем заниматься изучением лишь, количественной или формальной теории принятия решения.

Процесс принятия решения является сложной итерационной процедурой. Структурная схема процесса принятия решения представлена на рис. 2.8.

Общая постановка задачи принятия решения. Пусть эффективность выбора того или иного решения определяется некоторым критерием F , допускающим количественное представление. В общем случае все факторы, от которых зависит эффективность выбора, можно разбить на две группы:

контролируемые (управляемые) факторы, выбор которых определяется лицами, принимающими решения, X_1, X_2, \dots, X_k ;

неконтролируемые (неуправляемые) факторы, характеризующие условия, в которых осуществляется выбор и на которые лица, принимающие решения, влиять не могут. В состав неконтролируемых факторов может входить и время t .

Неконтролируемые факторы в зависимости от информированности о них подразделяют на три подгруппы:

детерминированные неконтролируемые факторы - неслучайные фиксированные величины, значения которых полностью известны, A_1, A_2, \dots, A_p ;

стохастические неконтролируемые факторы случайные величины и процессы с известными законами распределения Y_1, Y_2, \dots, Y_q ;

неопределенные неконтролируемые факторы, для каждого из которых известна только область, внутри которой находится закон распределения, значения неопределенных факторов неизвестны в момент принятия решения, Z_1, Z_2, \dots, Z_r .

В соответствии с выделенными факторами критерий оптимальности можно представить в виде

$$F = F(X_1, X_2, \dots, X_k, A_1, A_2, \dots, A_p, Y_1, Y_2, \dots, Y_q, Z_1, Z_2, \dots, Z_r, t).$$

Величины X, A, Y, Z в общем случае могут быть скалярами, векторами, матрицами.

Значения контролируемых (управляемых) факторов обычно ограничены рядом естественных причин, например ограниченностью располагаемых ресурсов. Математически эти ограничения записываются в виде

$$g_i = g_i(X_1, X_2, \dots, X_k, A_1, A_2, \dots, A_p, Y_1, Y_2, \dots, Y_q, Z_1, Z_2, \dots, Z_r, t) \quad \{ \leq, =, \geq \} b_i, \quad i = \overline{1, m}. \quad (2.1)$$

Условия (2.1) определяют области $\Omega_{X_1}, \Omega_{X_2}, \dots, \Omega_{X_k}$ пространства, внутри которых расположены возможные (допустимые) значения факторов.

Аналогично могут быть ограничены и области возможных значений неконтролируемых факторов. Поскольку критерий оптимальности есть количественная мера степени достижения цели управления, математически цель управления выражается в стремлении к максимально возможному увеличению (или уменьшению) значения критерия F , что можно записать в виде

$$F \rightarrow \max \text{ (или } \min \text{)} .$$

Средством достижения этой цели является соответствующий выбор управлений X_1, X_2, \dots, X_k из областей идти $\Omega_{X_1}, \Omega_{X_2}, \dots, \Omega_{X_k}$ их допустимых значений.

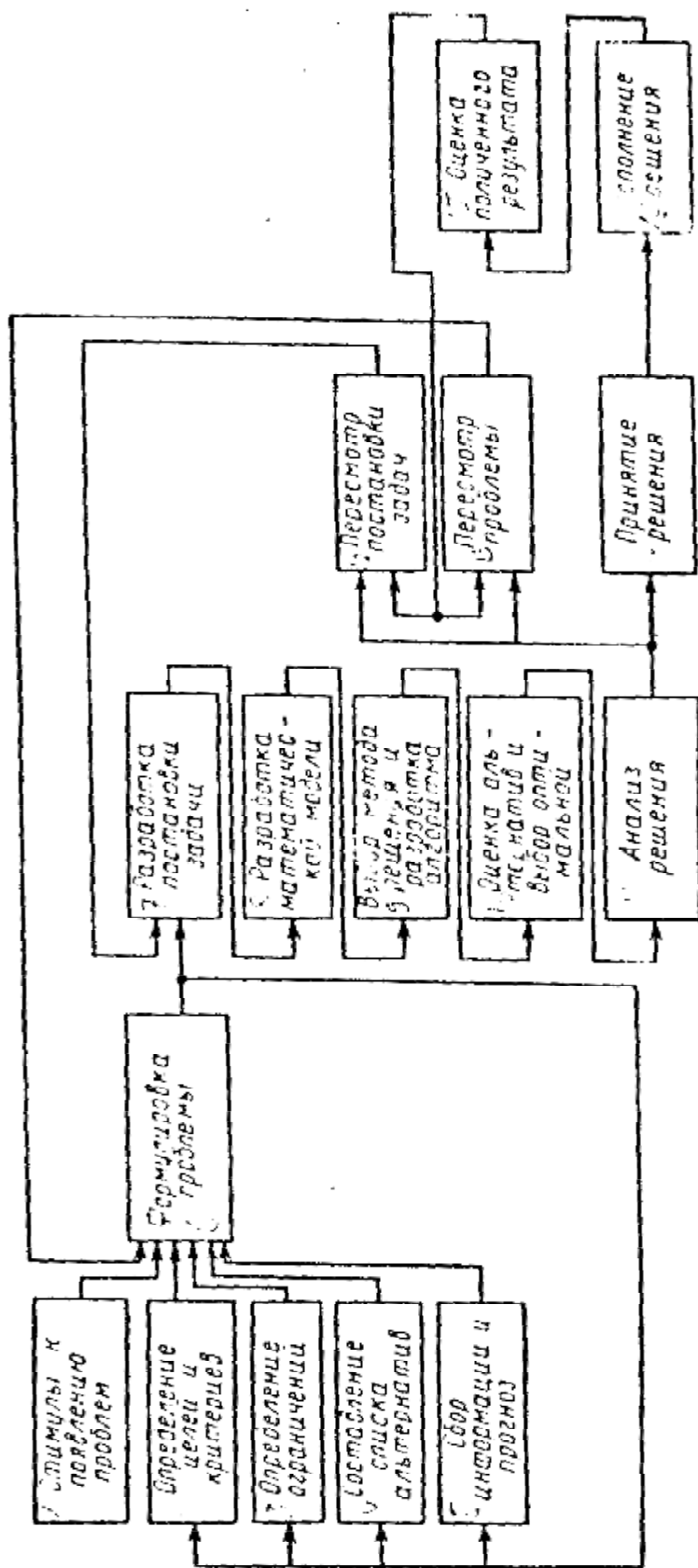
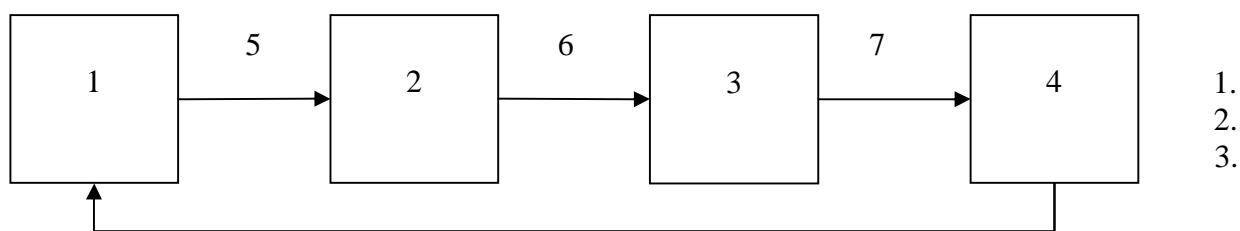


Рис. 2.5. Структурная схема процесса принятия решения

Таким образом, общая постановка задачи приписи решений (ЗПР) может быть сформулирована следующим образом: при заданных значениях и характеристиках фиксированных неконтролируемых факторов $A_1, A_2, \dots, A_p, Y_1, Y_2, \dots, Y_q$ с учетом неопределенных факторов Z_1, Z_2, \dots, Z_r найти оптимальные значения $X_{1opt}, X_{2opt}, \dots, X_{iopt}$ из областей $\Omega_{X_1}, \Omega_{X_2}, \dots, \Omega_{X_i}$ их допустимых значения, которые по возможности обращали бы в максимум (минимум) критерий оптимальности F .

Технология поддержки управленческих решений.

Рассмотрим схему принятия решений:



1. Анализ ситуации;
2. Формирование и выбор вариантов решений;
3. Организация выполнения решений;
4. Контроль выполнения решений;
5. Постановка проблемы;
6. Принятие решения;
7. Приказ указаний или сигнал в автоматических системах;
8. Обратная связь и коррекция решения.

Данная схема показывает, что технология принятия решений включает методы и процедуры анализа ситуации, формулирования проблем, организация выполнения принятия решения и контроль исполнения.

Возможны следующие уровни процесса принятия решений:

- Индивидуально-организационный;
- Групповой-неорганизационный;

На индивидуальном уровне руководитель является лицом, принимающим решение, и он организует все процессы принятия решений, при этом он является руководителем небольшого предприятия.

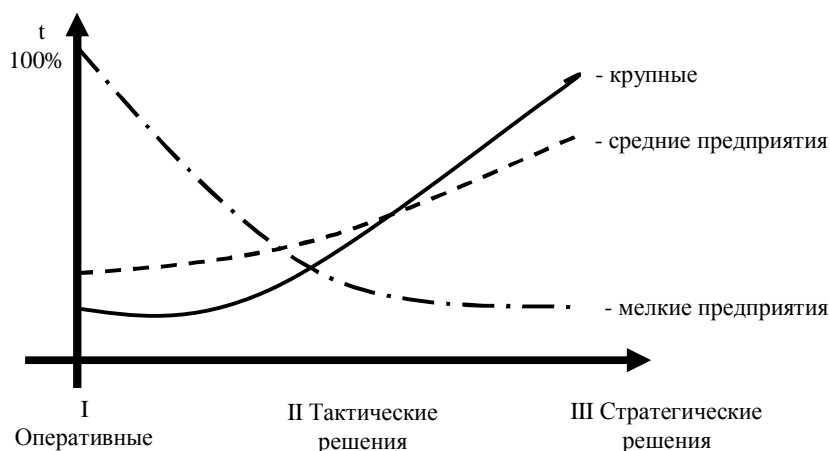
На групповом уровне процесс принятия решений осуществляется группой лиц, взаимодействующих друг с другом, но не всегда формально установленным правилам. На одних этапах процесса принятия решения эффективным может являться индивидуальный или групповой вид деятельности.

Основная идея поддержки заключается в следующем:

Лицо, принимающее решение (руководитель), на которое возложена ответственность за исход решения, нуждается в систематической помощи как в организационном, информационном, так и в вычислительном обеспечении. Поддержка ЛПР оказывается в соответствии с ее потребностью, т. е. инициатива на запрос помощи исходит от ЛПР. Также сам ЛПР может определить вид, объем, время не входимой помощи.

Тип решений ЛРП может быть стратегический, тактический, оперативный, который различается по степени важности и продолжительности принятия решений.

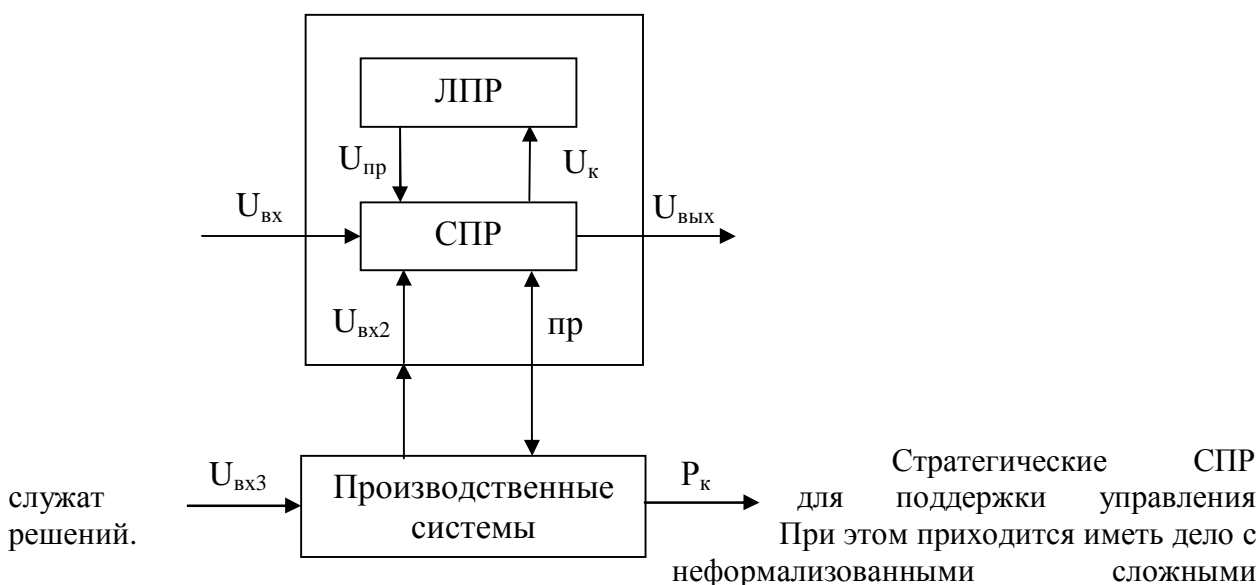
На рисунке показано, как зависит распределение времени руководства на принятие решения от вида решения.



Основная функция системы поддержки решений – это система поддержки решений, оказание помощи ЛПР. Осуществляется автоматически по определенным правилам и процедурам в индивидуальном порядке или при работе некоторой группы, каждый раз ориентированной на выработку конкретных решений и проблем.

ЛПР совместно с поддерживающей системой образуют систему ПР. Роль и место СПР в этой системе показывается на рисунке.

- $U_{пр}$ - промежуточный индивидуальный продукт (варианты, рекомендации, оценки);
- $U_{вх1}$ - входная информация (знания, модели, информация о других СПР);
- $U_{вх2}$ - входная информация (данные о производственной ситуации);
- $U_{вх3}$ - входная информация (средства производства, трудовые ресурсы);
- P_k - конечный производственный результат (услуги, продукция);
- P_p - программа исполнения решений;
- $U_{вых}$ - выходная информация (информация для других СПР);
- $U_{вх2}$ - конечный информационный продукт, решение.



Также могут быть индивидуальные (персональные) и групповые СПР.

- Персональная СПР обслуживает одного руководителя;
- Групповая ориентируется на оказание помощи группе специалистов, привлечении для решения проблем

Многообразие задач групповой поддержки решения можно свести к 3м типам формирования объектов различных классов, включающие определения характеристик проблемной ситуации, постановку и структуризацию проблем определения их характеристик, формирование цели и конечных результатов, определение критериев оценки вариантов, подготовка рекомендации к принятию решений, составление готового документа и разработка предложенных на реализацию выработки решения.

Оценка характеристик включает в себя оценку характеристик проблемы и ситуации определения предпочтений при выборе вариантов решения, определение качества принятых и реализуемых решений.

Комплексные решения первых двух типов

На схеме показана схема организации процесса групповой поддержки решения.

I – Постановка задачи групповой поддержки решения;

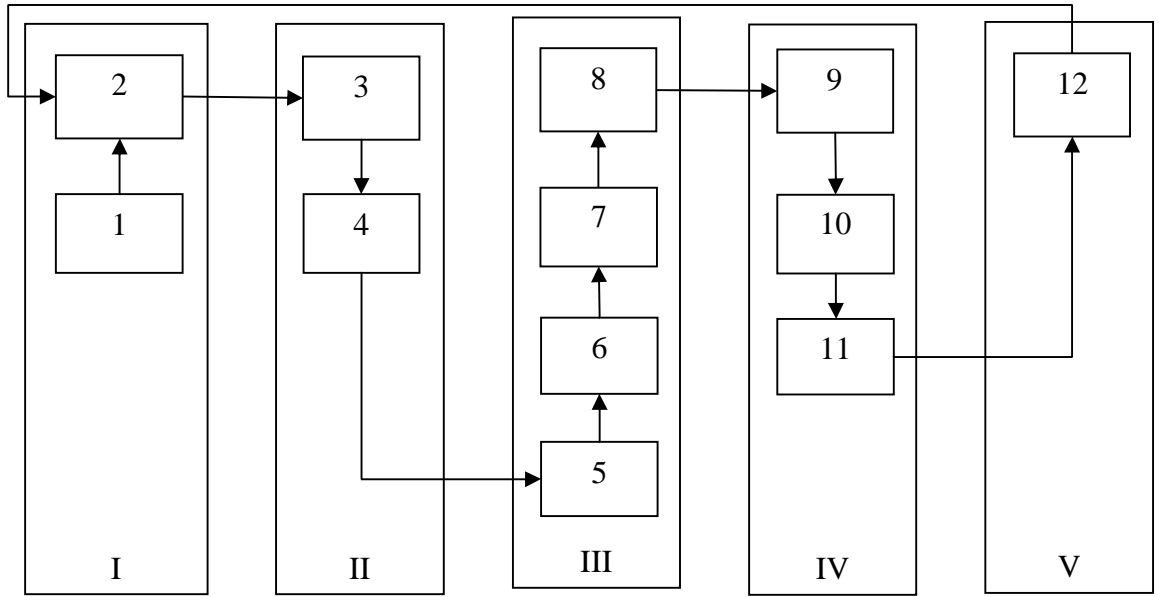
II – Подбор членов экспертной группы;

III – Проведение экспертизы;

IV – Обработка данных экспертизы;

V – Предоставление результатов экспертизы руководству.

1. - Формулирование задачи поддержки;
2. - Определение задач экспертизы;
3. - Определение качественного и количественного состава группы;
4. - Формирование группы;
5. – Выбор методики проведения экспертизы;
6. - Обсуждение и анализ задачи поддержки;
7. – Выработка индивидуальных оценок и предложений;
8. – Сбор данных группы и оформление результатов;
9. – Разработка обобщенных оценок на основе индивидуальных;
10. – Определение согласованности мнений экспертов;
11. – Анализ результатов обработки данных;
12. – Подготовка и доведение доклада руководству.



Автоматизация поддержки решений

Главной особенностью *информационной технологии поддержки принятия решений* является качественно новый метод организации взаимодействия человека и компьютера. Выработка решения, что является основной целью этой технологии, происходит в результате итерационного процесса (рис. 9), в котором участвуют:

- система поддержки принятия решений в роли вычислительного звена и объекта управления;
- человек как управляющее звено, задающее входные данные и оценивающее полученный результат вычислений на компьютере.

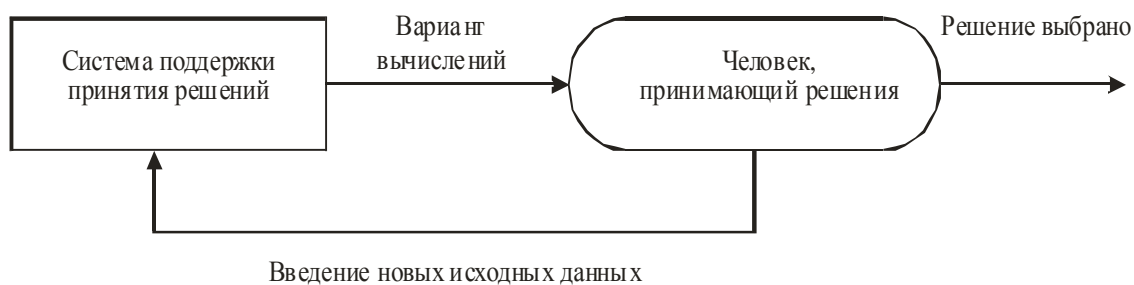


Рис. 9. Информационная технология поддержки принятия решений как итерационный процесс

Окончание итерационного процесса происходит по воле человека. В этом случае можно говорить о способности информационной системы совместно с пользователем создавать новую информацию для принятия решений. Дополнительно к этой особенности информационной технологии поддержки принятия решений можно указать еще ряд ее отличительных характеристик:

- ориентация на решение плохо структурированных (формализованных) задач;
- сочетание традиционных методов доступа и обработки компьютерных данных с возможностями математических моделей и методами решения задач на их основе;
- направленность на непрофессионального пользователя компьютера;
- высокая адаптивность, обеспечивающая возможность приспосабливаться к особенностям имеющегося технического и программного обеспечения, а также требованиям пользователя.

Информационная технология поддержки принятия решений может использоваться на любом уровне управления. Кроме того, решения, принимаемые на различных уровнях управления, часто должны координироваться. Поэтому важной функцией и систем, и технологий является координация лиц, принимающих решения как на разных уровнях управления, так и на одном уровне.

Основные компоненты систем принятия решений

Рассмотрим структуру системы поддержки принятия решений (рис.10), а также функции составляющих ее блоков, которые определяют основные технологические операции.

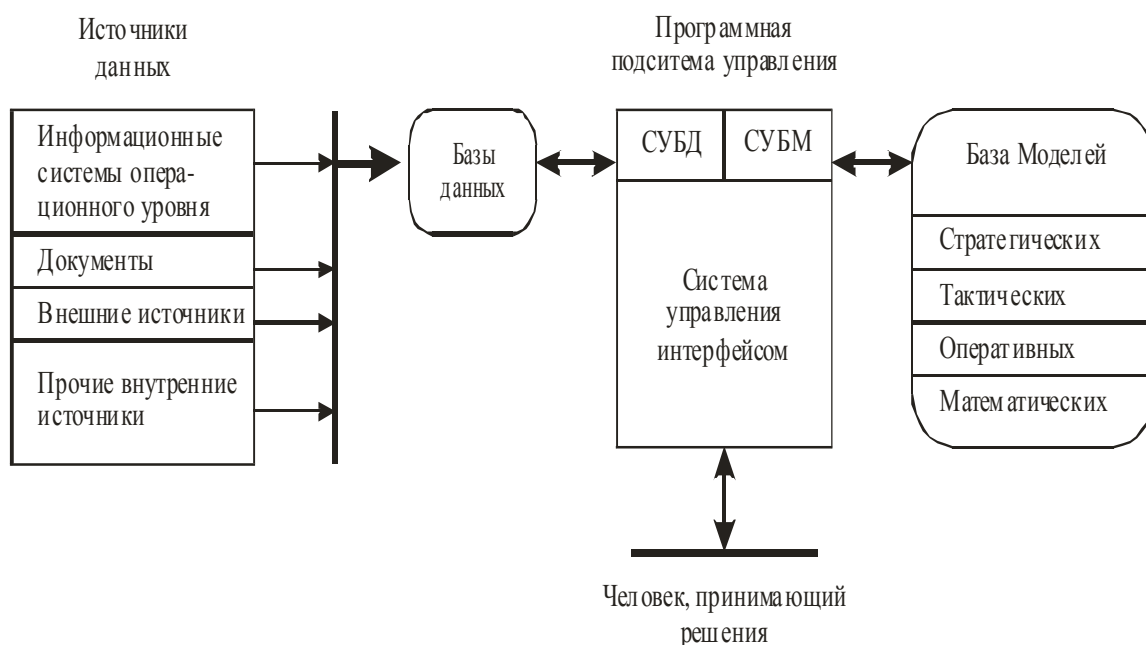


Рис.10. Основные компоненты информационной технологии поддержки принятия решений

В состав системы поддержки принятия решений входят три главных компонента: база данных, база моделей и программная подсистема, которая состоит из системы управления базой данных (СУБД), системы управления базой моделей (СУБМ) и системы управления интерфейсом между пользователем и компьютером.

База данных

База данных играет в информационной технологии поддержки принятия решений важную роль. Данные могут использоваться непосредственно пользователем для расчетов при помощи математических моделей. Рассмотрим источники данных и их особенности.

1. Часть данных поступает от информационной системы операционного уровня. Чтобы использовать их эффективно, эти данные должны быть предварительно обработаны. Для этого имеются две возможности:

- использовать для обработки данных об операциях фирмы систему управления базой данных, входящую в состав системы поддержки принятия решений;
- сделать обработку за пределами системы поддержки принятия решений, создав для этого специальную базу данных. Этот вариант более предпочтителен для фирм, производящих большое количество коммерческих операций. Обработанные данные об операциях фирмы образуют файлы, которые для повышения надежности и скорости доступа хранятся за пределами системы поддержки принятия решений.

2. Помимо данных об операциях фирмы для функционирования системы поддержки принятия решений требуются и другие внутренние данные, например данные о движении персонала, инженерные данные и т.п., которые должны быть своевременно собраны, введены и поддержаны.

3. Важное значение, особенно для поддержки принятия решений на верхних уровнях управления, имеют данные из внешних источников. В числе необходимых внешних данных следует указать данные о конкурентах, национальной и мировой экономике. В отличие от внутренних данных внешние данные обычно приобретаются у специализирующихся на их сборе организации.

4. В настоящее время широко исследуется вопрос о включении в базу данных еще одного источника данных - документов, включающих в себя записи, письма, контракты, приказы и т.п. Если содержание этих документов будет записано в памяти и затем обработано по некоторым ключевым характеристикам (поставщикам, потребителям, датам, видам услуг и др.), то система получит новый мощный источник информации.

Система управления данными должна обладать следующими возможностями:

- составление комбинаций данных, получаемых из различных источников, посредством использования процедур агрегирования и фильтрации;
- быстрое прибавление или исключение того или иного источника данных;
- построение логической структуры данных в терминах пользователя;
- использование и манипулирование неофициальными данными для экспериментальной проверки рабочих альтернатив пользователя;
- обеспечение полной логической независимости этой базы данных от других операционных баз данных, функционирующих в рамках фирмы.

База моделей. Целью создания моделей являются описание и оптимизация некоторого объекта или процесса. Использование моделей обеспечивает проведение анализа в системах поддержки принятия решений. Модели, базируясь на математической интерпретации проблемы, при помощи определенных алгоритмов способствуют нахождению информации, полезной для принятия правильных решений.

Пример. Модель линейного программирования дает возможность определить наиболее выгодную производственную программу выпуска нескольких видов продукции при заданных ограничениях на ресурсы.

Использование моделей в составе информационных систем началось с применения статистических методов и методов финансового анализа, которые реализовывались командами обычных алгоритмических языков. Позже были созданы специальные языки, позволяющие моделировать ситуации типа "что будет, если ?" или "как сделать, чтобы?". Такие языки, созданные специально для построения моделей, дают возможность построения моделей определенного типа, обеспечивающих нахождение решения при гибком изменении переменных. Существует множество типов моделей и способов их классификации, например по цели использования, области возможных приложений, способу оценки переменных и т. п.

По цели использования модели подразделяются на *оптимизационные*, связанные с нахождением точек минимума или максимума некоторых показателей (например, управляющие часто хотят знать, какие их действия ведут к максимизации прибыли или минимизации затрат), и *описательные*, описывающие поведение некоторой системы и не предназначенные для целей управления (оптимизации).

По способу оценки модели классифицируются на *детерминистские*, использующие оценку переменных одним числом при конкретных значениях исходных данных, и *стохастические*, оценивающие переменные несколькими параметрами, так как исходные данные заданы вероятностными характеристиками.

Детерминистские модели более популярны, чем стохастические, потому что они менее дорогие, их легче строить и использовать. К тому же часто с их помощью получается вполне достаточная информация для принятия решения.

По области возможных приложений модели разбираются на *специализированные*, предназначенные для использования только одной системой, и *универсальные* - для использования несколькими системами.

Специализированные модели более дорогие, они обычно применяются для описания уникальных систем и обладают большей точностью. В системах поддержки принятия решения база моделей состоит из стратегических, тактических и оперативных моделей, а также математических моделей в виде совокупности модельных блоков, модулей и процедур, используемых как элементы для их построения (см. рис. 10).

Стратегические модели используются на высших уровнях управления для установления целей организации, объемов ресурсов, необходимых для их достижения, а также политики приобретения и использования этих ресурсов. Они могут быть также полезны при выборе вариантов размещения предприятий, прогнозировании политики конкурентов и т.п. Для стратегических моделей характерны значительная широта охвата, множество переменных, представление данных в сжатой агрегированной форме. Часто эти данные базируются на внешних источниках и могут иметь субъективный характер. Горизонт планирования в стратегических моделях, как правило, измеряется в годах. Эти модели обычно детерминистские, описательные, специализированные для использования на одной определенной фирме.

Тактические модели применяются управляющими среднего уровня для распределения и контроля использования имеющихся ресурсов. Среди возможных сфер их использования следует указать: финансовое планирование, планирование требований к работникам, планирование увеличения продаж, построение схем компоновки предприятий. Эти модели применимы обычно лишь к отдельным частям фирмы (например, к системе производства и сбыта) и могут также включать в себя агрегированные показатели. Временной горизонт, охватываемый тактическими моделями, \approx от одного месяца до двух лет. Здесь также могут потребоваться данные из внешних источников, но основное внимание при реализации данных моделей должно быть уделено внутренним данным фирмы. Обычно тактические модели реализуются как детерминистские, оптимизационные и универсальные.

Оперативные модели используются на низших уровнях управления для поддержки принятия оперативных решений с горизонтом, измеряемым днями и неделями. Возможные применения этих моделей включают в себя ведение дебиторских счетов и кредитных расчетов, календарное производственное планирование, управление запасами и т.д. Оперативные модели обычно используют для расчетов внутрифирменные данные. Они, как правило, детерминистские, оптимизационные и универсальные (т.е. могут быть использованы в различных организациях).

Математические модели состоят из совокупности модельных блоков, модулей и процедур, реализующих математические методы. Сюда могут входить процедуры линейного программирования, статистического анализа временных рядов, регрессионного анализа и т.п. от простейших процедур до сложных ППП. Модельные блоки, модули и процедуры могут использоваться как поодиночке, так и комплексно для построения и поддержания моделей.

Система управления базой моделей должна обладать следующими возможностями: создавать новые модели или изменять существующие, поддерживать и обновлять параметры моделей, манипулировать моделями.

Система управления интерфейсом

Эффективность и гибкость информационной технологии во многом зависят от характеристик интерфейса системы поддержки принятия решений. Интерфейс определяет: язык пользователя; язык сообщений компьютера, организующий диалог на экране дисплея; знания пользователя.

Язык пользователя - это те действия, которые пользователь производит в отношении системы путем использования возможностей клавиатуры; электронных карандашей, пишущих на экране; джойстика; "мыши"; команд, подаваемых голосом, и т.п. Наиболее простой формой языка пользователя является создание форм входных и выходных документов. Получив входную форму (документ), пользователь заполняет его необходимыми данными и вводит в компьютер. Система поддержки принятия решений производит необходимый анализ и выдает результаты в виде выходного документа установленной формы. Значительно возросла за последнее время популярность визуального интерфейса. С помощью манипулятора "мышь" пользователь выбирает

представленные ему на экране в форме картинок объекты и команды, реализуя таким образом свои действия.

Управление компьютером при помощи человеческого голоса - самая простая и поэтому самая желанная форма языка пользователя. Она еще недостаточно разработана и поэтому мало популярна. Существующие разработки требуют от пользователя серьезных ограничений: определенного набора слов и выражений; специальной надстройки, учитывающей особенности голоса пользователя; управления в виде дискретных команд, а не в виде обычной гладкой речи. Технология этого подхода интенсивно совершенствуется, и в ближайшем будущем можно ожидать появления систем поддержки принятия решений, использующих речевой ввод информации.

Язык сообщений - это то, что пользователь видит на экране дисплея (символы, графика, цвет), данные, полученные на принтере, звуковые выходные сигналы и т.п. Важным измерителем эффективности используемого интерфейса является выбранная форма диалога между пользователем и системой. В настоящее время наиболее распространены следующие формы диалога: запросно-ответный режим, командный режим, режим меню, режим заполнения пропусков в выражениях, предлагаемых компьютером. Каждая форма в зависимости от типа задачи, особенностей пользователя и принимаемого решения может иметь свои достоинства и недостатки. Долгое время единственной реализацией языка сообщений был отпечатанный или выведенный на экран дисплея *отчет* или *сообщение*. Теперь появилась новая возможность представления выходных данных - *машинная графика*. Она дает возможность создавать на экране и бумаге цветные графические изображения в трехмерном виде. Использование машинной графики, значительно повышающее наглядность и интерпретируемость выходных данных, становится все более популярным в информационной технологии поддержки принятия решений.

За последние несколько лет наметилось новое направление, развивающее машинную графику, - *мультипликация*. Мультипликация оказывается особенно эффективной для интерпретации выходных данных систем поддержки принятия решений, связанных с моделированием физических систем и объектов.

В ближайшие годы следует ожидать использования в качестве языка сообщений человеческого голоса. Сейчас эта форма применяется в системе поддержки принятия решений сферы финансов, где в процессе генерации чрезвычайных отчетов голосом поясняются причины исключительности той или иной позиции.

Знания пользователя - это то, что пользователь должен знать, работая с системой. К ним относятся не только план действий, находящийся в голове у пользователя, но и учебники, инструкции, справочные данные, выдаваемые компьютером. Совершенствование интерфейса системы поддержки принятия решений определяется успехами в развитии каждого из трех указанных компонентов. Интерфейс должен обладать следующими возможностями:

- манипулировать различными формами диалога, изменяя их в процессе принятия решения по выбору пользователя;
- передавать данные системе различными способами;
- получать данные от различных устройств системы в различном формате;

гибко поддерживать (оказывать помощь по запросу, подсказывать) знания пользователя.

Лекция 8

Концепции и принципы теории принятия решений

План:

1. Концепции и принципы теории принятия решений
2. Модель проблемной ситуации
3. Задача анализа проблемы
4. Моделирование механизма ситуации.
5. Классификация задач принятия решений
6. Задача получения информации
7. Формирование исходного множества альтернатив, формализация предпочтений и выбор.
8. Оценка эффективности решений.

Концепции и принципы теории принятия решений

Методология ТПР, как и методология любой теории, базируется на совокупности концепций и принципов.

Взаимосвязь концепций и принципов, которыми оперирует ТПР, удобно отображать иерархической структурой, показывающей их взаимосвязь "по горизонтали и вертикали" (Рис. 3.)

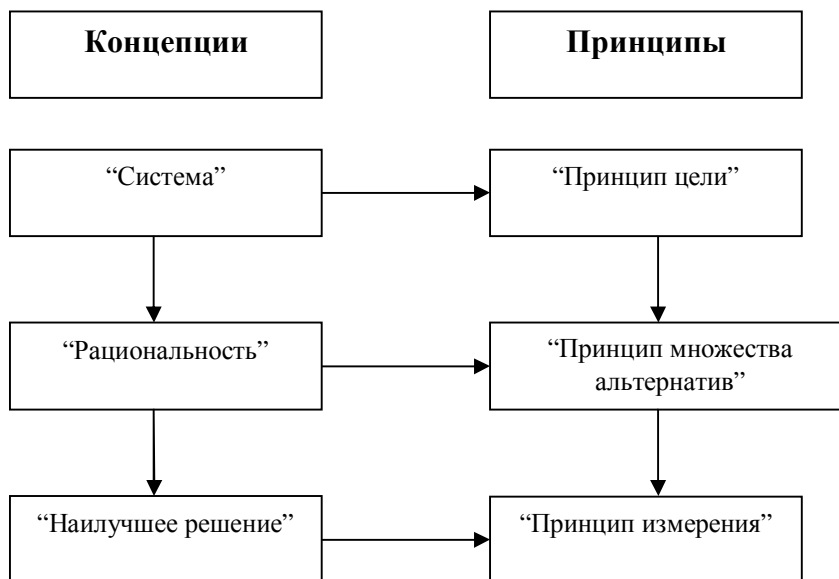


Рис. 1.3. Структура концепций и принципов ТПР.

Первым принципом, которым должно руководствоваться ЛПР при выработке решения, является **принцип цели**.

Суть концепции **рациональных решений** (от лат. *ratio* - "разум") состоит в том, что решающим аргументом при принятии решения, то есть при сознательном выборе наилучшего варианта среди других, служит логически непротиворечивая, полная и, лучше всего, количественно подтвержденная система доказательств. Как логическое следствие понимания "разумности" делается вывод о том, что никогда не следует ограничиваться анализом единственного варианта решения. Нужно обязательно искать другие варианты, выработать другие альтернативы для решения проблемы, чтобы на основании рационального сравнения их между собой выбрать действительно наиболее предпочтительное разрешение проблемы. Подобная рациональная идея, которой следует

руководствоваться при выработке решений, получила название **принципа множественности альтернатив**.

По-существу, суть концепции "наилучшее решение" сводится к выбору той альтернативы, которая является лучшей из рассматриваемых. Известная концепция оптимальности в математике и исследовании операций есть не что иное, как формальное выражение концепции наилучшего решения, а именно для случая, когда в качестве критерия предпочтительное используется единственный скалярный показатель.

Разумеется, чтобы сравнить альтернативы по правилу "лучше - хуже", "более предпочтительный - менее предпочтительный", нужно использовать мерил, то есть критерии. В этой связи рациональным следствием концепции наилучшего решения является **принцип измерения**.

В укрупненном виде основу методологии современной ТПР составляют **системный подход** (в форме концепции системы) и **идея измерения признаков предпочтительности альтернатив** для обеспечения задач моделирования и рационального выбора наилучшего решения.

Неуклонный рост масштабов и сложности задач требуют решительного снижения вероятности ошибок при выборе наилучшего решения. Это привело к развитию аппарата количественного анализа решений.

Принципы рациональных решений предполагают, прежде всего, **моделирование** реальной ситуации, то есть представление ее в упрощенном для изучения виде с сохранением всех значимых характеристик и связей. После моделирования предполагается всестороннее измерение связанных с нею результатов достижения целей. Использование указанных принципов позволяет существенно снизить вероятность ошибки при принятии решений.

Парадигма (от греч. Paradeigma – пример, образец для подражания) рациональных решений по мере своего развития претерпела ряд изменений. Вначале она делала акцент на использовании чисто формальных методов, основанных на физических измерениях. При этом родились такие классические постановки задач и методы исследования операций, как **транспортная задача, задача массового обслуживания, задачи сетевого планирования, задачи управления запасами, задача о назначении** и др. Указанные формальные методы не всегда оказывались хорошо приспособлены к практическим делам, что зачастую приводило к нежелательным результатам, - особенно в области политики и разрешения конфликтов

Новый импульс развитию парадигмы рациональных решений придала методология **системного анализа**. Основная цель системного исследования состоит в совершенствовании структурирования проблемы с тем, чтобы научиться правильно ставить вопросы и применять формальные методы **только там, где это приносит реальную пользу**. Парадигма рациональных решений ориентирована главным образом на глубокий анализ, слабо структурированных проблем, четкую формулировку измеримых целей и задач, на **декомпозицию** (расчленение, расслоение) исходной проблемы. Это позволяет придать убедительность, научную обоснованность и формальную непротиворечивость решениям, предвосхитить которые априори невозможно.

Модель проблемной ситуации.

Как только ЛПР осознано важность и срочность проблемы, которую ему предстоит решить, оценило принципиальную возможность выделить на ее решение активные ресурсы, у него обычно возникает желание устранить проблему в кратчайшие сроки. В таком случае ЛПР приходит в состояние специфического психологического

напряжения, обусловленного необходимостью одновременно найти ответы сразу на несколько вопросов:

- в чем существо проблемы?
- с чего начать?
- какую информацию, какого качества, к какому сроку и откуда получить?
- какие конкретно из активных ресурсов, когда, где, для чего и в каком количестве задействовать?
- с помощью каких критериев оценивать успех и неудачу планируемой операции? и еще многое другое.

Подобное психологическое затруднение, состояние творческого поиска, обусловленное необходимостью отыскания ответов на столь разные и все же тесно переплетающиеся вопросы, будем называть **проблемной ситуацией**.

Процесс выработки решений включает следующие основные этапы (**этапы выработки решений**):

- уяснение проблемы (задачи);
- оценка обстановки, формирование замысла предстоящих действий и отдача предварительных распоряжений подчиненным на подготовку к предстоящей операции;
- обоснование решения (анализ механизма ситуации, формирование множества альтернатив, получение и оценка результатов для альтернатив, измерение и моделирование предпочтений для принятия решения);
- принятие решения, его юридическое оформление и доведение до исполнителей плана проведения операции;
- всесторонняя организация выполнения решения, организация контроля и взаимодействия;
- немедленное оказание помощи в случае обнаружения в ходе контроля существенного отклонения течения операции от намеченного плана;
- завершение операции: оценка фактически достигнутых результатов, подведение общих итогов операции, фиксация и организация изучения с подчиненными накопленного в ходе операции опыта.

Схематично процесс исполнения ЛПР функций управления в ходе выработки им решений представлен на Рис. 4.

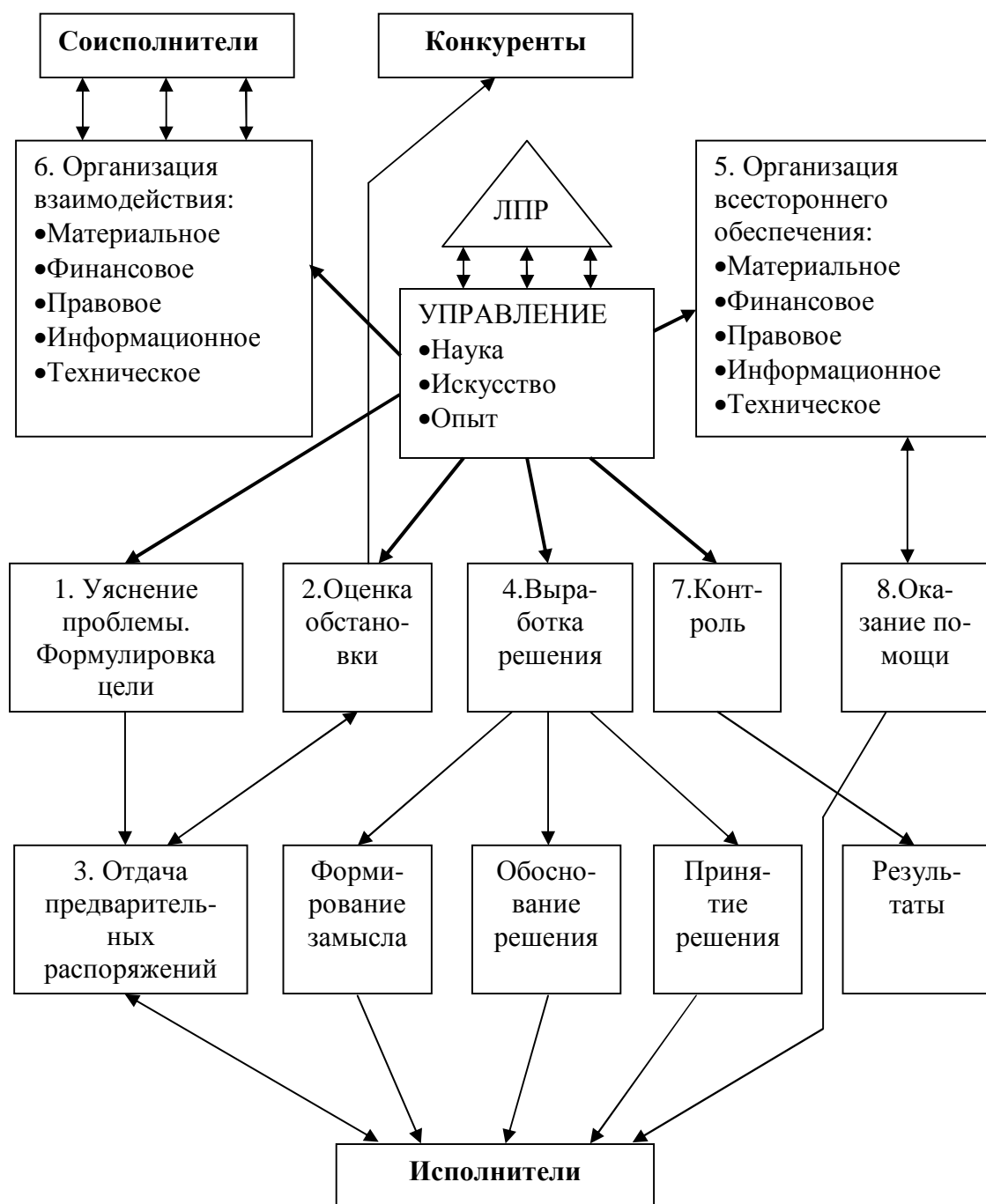


Рис. 1.4. Схема процесса исполнения ЛПР функций управления в ходе выработки решений.

Для того чтобы системно подойти к выполнению всех указанных этапов выработки решений, чтобы компактно представить себе всю проблему, совокупность операций по ее разрешению, ЛПР, целесообразно вначале построить ее упрощенный образ, то есть - *модель проблемной ситуации*.

В качестве *модели* проблемной *ситуации* примем совокупность взаимосвязанных вербальных и формальных задач обоснования решений, последовательное решение которых приведет к желаемой цели - к выбору наилучшей альтернативы.

Под *задачей* будем понимать упорядоченное высказывание, состоящее из двух частей: того, что известно, или дано; и то, что неизвестно, но требуется найти. Эту

упорядоченную пару высказываний будем также называть *вербальной* (описательной, словесной) или *содержательной* постановкой задачи.

Для решения сформулированной вербальной задачи формальными методами ее "переводят" на математический язык и получают формальную или математическую постановку задачи. При этом элементы вербальных высказываний заменяют формальными. Для этого вводят *идентификаторы*, обозначающие *переменные* и *константы*, а фигурирующие в вербальных высказываниях физические, экономические, социальные и другие связи моделируют введением логических, арифметических, алгебраических и других математических связей между переменными и константами. Области допустимых значений управляемых и неуправляемых факторов (проявления законов природы, ограничения на активные ресурсы и пр.) определяют уравнениями и неравенствами требуемого вида.

Модель проблемной ситуации представлена на Рис. 1.5 в виде структуры частных задач обоснования решений. Значительная часть из этой совокупности задач решается лично ЛПР, а результаты их решения доводятся до исполнителей в виде планов действий и критериев оценки для того, чтобы исполнители могли судить о правильности исполнения ими намеченных ЛПР планов.

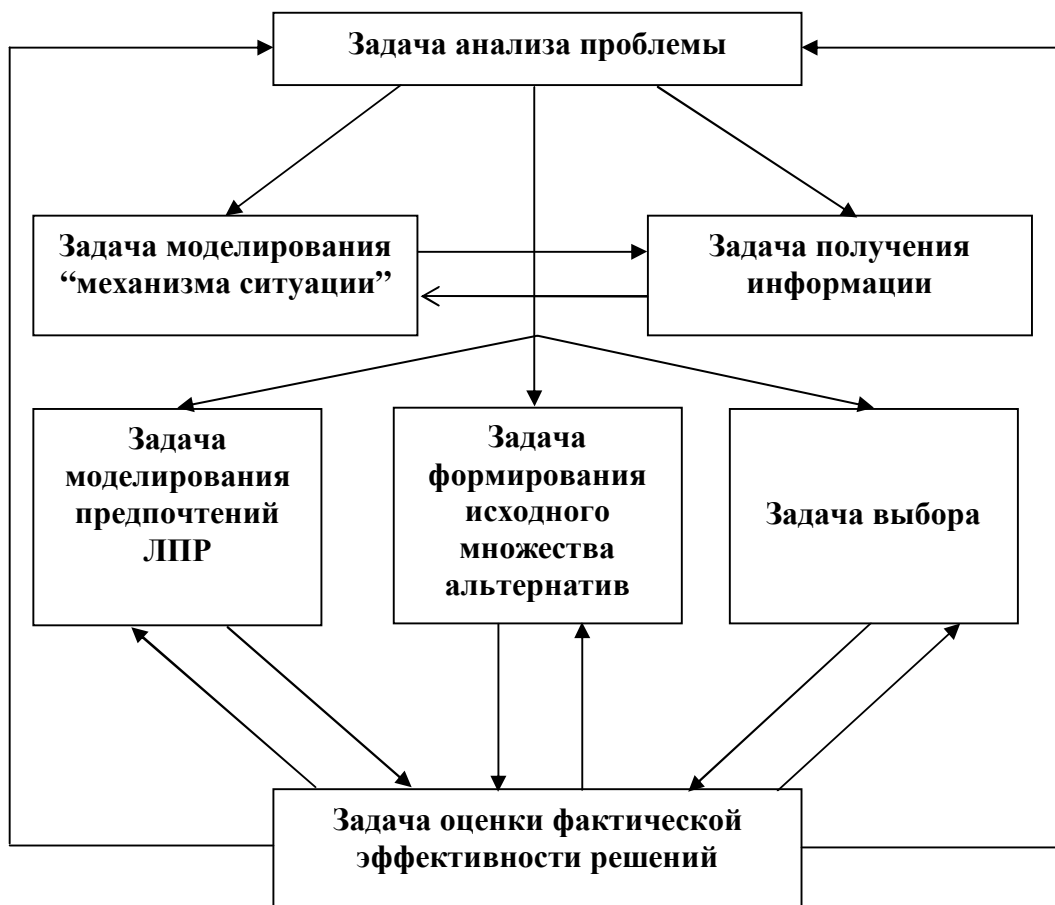


Рис. 1.5. Модель проблемной ситуации.

Приведем краткую характеристику этих частных задач.

А. Задача анализа проблемы

Задача анализа проблемы включает:

- вербальное описание проблемы;
- вербальное описание цели предстоящих действий;

- формальное описание цели (выбор результата и требуемого результата);
- выбор критериев.

Задача анализа проблемы - это чрезвычайно ответственная задача, результаты которой определяют морально-психологический настрой ЛПР на всю дальнейшую работу.

Технологически задача анализа проблем предполагает составление списка проблем, выбор наиболее важной проблемы и трансформацию ее в четко сформулированный вопрос (задачу), одинаково понимаемый всеми, кто участвует в выработке решения (ЛПР, исследователь, эксперты). Если ЛПР убеждено, что выбранная проблема действительно является ключевой, надо сформулировать цель предстоящих действий.

Решая частную подзадачу формулирования цели и формирования результата, ЛПР должно представить себе разрешение проблемы как достижение некоторой цели, то есть такого состояния находящейся "в исходном положении" системы, которое в наибольшей степени желательно для ЛПР.

Но для оформления решения этого еще недостаточно, так как формулировка цели содержит наряду с формальными (например, срок исполнения) и вербальные, слабо формализуемые параметры (например, не дать конкуренту закрепиться на рынке, постараться не задействовать резервы и т. п.). Эти вербальные параметры цели также необходимо задать в виде измеримого результата.

Для ЛПР не составляет особой сложности формализация своих представления, особенно если от него не требовать сразу абсолютно точного ответа. Нужно помнить, что это не последний этап исследования и что цифры еще можно будет не раз уточнить до принятия окончательного решения.

Ориентируясь на подобные рассуждения, ЛПР задает модельное представление исхода рассматриваемого действия в виде совокупности частных результатов. Эти частные результаты будут позже использованы как компоненты требуемого результата. Например, возможны следующие формулировки результата: "...за время не позднее конца 2004 года...", "...с затратами финансовых ресурсов, не превышающих 1,5 млрд. руб..." и т. п. Далее ЛПР проводит описанную совокупность действий и вводит очередной критерий и так до исчерпания списка. В результате устанавливается размерность вектора результатов и критериев и определяются значения их компонентов.

Лекция 9

Моделирование механизма ситуации

План:

1. Моделирование механизма ситуации.
2. Классификация задач принятия решений
3. Задача получения информации
4. Формирование исходного множества альтернатив, формализация предпочтений и выбор.
5. Оценка эффективности решений.

Б. Моделирование механизма ситуации.

Механизм ситуации устанавливает связь между *описанием альтернатив* и *значениями критериев* (или результатов). Сама задача моделирования механизма ситуации включает:

- определение перечня управляемых и неуправляемых факторов;
- определение ведущего типа механизма ситуации (однозначный или многозначный) и ведущего типа неопределенностей;
- выбор типов шкал для результатов;
- построение моделей для получения значений результатов в выбранных шкалах.

Решение задачи моделирования механизма ситуации позволяет глубоко разобраться в том, какие обстоятельства будут оказывать влияние на результат операции в наибольшей степени, на что следует ориентироваться при принятии окончательных решений, на что следует рассчитывать, если принять во внимание небезразличное отношение ЛПР к риску, и др.

Если говорить о получении результатов, то здесь потребуется решить два принципиальных вопроса:

- каков тип модели (или определение совокупности моделей)?,
- каковы основные соотношения для моделирования?

Заметим, что преобразование исходных данных в искомые результаты осуществляется в любых моделях посредством всего лишь трех типов действий:

- *декларативного задания недостающих данных* (например, эксперт указал: "Спрос на подобное оборудование в будущем году составит 5 тыс. комплектов...", "Малая авиация перевозит в год не менее 5 тыс. пассажиров...", "Площадь хранилища около 2960 м²");

- применения *математических преобразований*;
- *статистического наблюдения* или *эксперимента* (например, опрос 100 покупателей в магазине фирмы "Мир" показал, что около 50 % опрошенных приобретают электронику фирмы Philips).

Далее каждому из указанных способов получения информации можно поставить в соответствие один из типов моделей: *имитационные, аналитические, статистические*.

Там, где информация в основном параметризована (выступает в наиболее агрегированной форме, часто в шкалах качественного типа), обычно используются *аналитические* модели. Там, где работают с фактическим материалом, чаще используют *статистическое* или *имитационное* моделирование.

Для моделирования всегда необходимо получить какую-то исходную информацию, исходные данные.

В. Задача получения информации

Данная задача включает:

- определение источника информации;
- выбор способа обращения к источнику информации;
- выбор формы представления информации потребителю.

При решении каждого из указанных вопросов исходят из требований к точности, надежности, достоверности информации, которые обеспечат, в свою очередь, требуемую точность или высокую достоверность и обоснованность, убедительность выработанного решения.

Задача получения информации имеет важное значение, поскольку ее результаты используются на всех последующих этапах принятия решения. Здесь важно не только взвешенно определить требования к качеству информации (ее точности, надежности, достоверности), но и установить наиболее предпочтительный источник и способ ее получения.

Очень важным является вопрос о выборе формы представления полученной информации. Иногда с трудом добытая информация из-за пренебрежительного отношения к вопросу о ее представлении оказывается невыразительной и неубедительной, слабо свидетельствует в пользу предлагаемого варианта решения проблемы, а значит, оказывается неэффективной.

Все задачи, составляющие модель проблемной ситуации, являются по-своему важными, ответственными, своеобразными, трудными. Но наиболее важными являются **задача формирования исходного множества альтернатив, задача формализации предпочтений ЛПР и задача выбора.**

Г. Формирование исходного множества альтернатив, формализация предпочтений и выбор.

Данный комплекс задач является самым важным для ЛПР. Именно их решение позволяет ответить на вопрос, какими способами будет достигаться цель. Помочь здесь может углубленный анализ цели предстоящих действий, после которого обычно бывает достаточно ясно, чем (какими ресурсами) и как (каким способом) может быть достигнут исход того или иного действия.

Поскольку при одних исходах цели, преследуемые ЛПР, достигаются в большей степени, а при других - в меньшей, с его (ЛПР) точки зрения, исходы определенным образом различаются по предпочтительности. Именно на множестве исходов операции и ее результатов базируется система предпочтений ЛПР, отражающая его личные представления о лучшем и худшем в достижении цели и его личное отношение к риску, связанному с неопределенностью некоторых элементов задачи.

Система предпочтений ЛПР может быть выявлена различными способами. Чаще всего она может быть "измерена" в ходе контрольных предъявлений ему элементов (факторы, проблемы, цели, способы) из некоторой совокупности. Выявленная и измеренная система предпочтений ЛПР называется **моделью предпочтений**. Формальным выражением системы предпочтений являются **критерий выбора решений** и так называемая **функция выбора**.

Речь идет об осознанном выборе, который постоянно осуществляют ЛПР, эксперт или исполнитель, среди каких-то представленных ему возможностей. Таким образом, когда мы говорим "задача выбора", всегда имеем в виду, что требуется выявить "наилучший" (с точностью до модели предпочтений) вариант, альтернативу, образец и т. п., которые будут рассматриваться как первые претенденты на реализацию.

Когда же мы говорим о задаче выбора как задаче принятия решений, то тут необходимо дополнительно иметь в виду, что для обеспечения "осознанности" решения, для окончательного выбора решения среди претендентов на это звание еще нужен этап интерпретации и адаптации "наилучшей" альтернативы к условиям операции. Эта работа осуществляется или лично ЛПР, или экспертами под его личным руководством.

Д. Оценка эффективности решений.

Весьма важное значение имеет задача оценки фактической эффективности решений. Именно на этом этапе становится ясно, какие из частных решений ЛПР были приняты верно, а какие варианты оказались частично или полностью ошибочными.

На основании выводов, которые делает ЛПР после получения информации о фактически достигнутых результатах, ее обработки и анализа, формируются выводы, рекомендации, вносятся необходимые корректировки в модели и элементы решения. Все это "замыкает" процесс выработки решений на практику, позволяет учиться и накапливать управленческий опыт.

Лекция 10

Классификация задач и методов принятия решений

План

1. Классификация задач принятия решений
2. Классификация методов принятия решений
3. Характеристика методов теории полезности

Классификация задач принятия решений

Задачи принятия решений отличаются большим многообразием, классифицировать их можно по различным признакам, характеризующим количество и качество доступной информации. В общем случае задачи принятия решений можно представить следующим набором информации [8, 17, 18]:

$\langle T, A, K, X, F, G, D \rangle$,

где T- постановка задачи (например, выбрать лучшую альтернативу или упорядочить весь набор);

A - множество допустимых альтернативных вариантов;

K- множество критериев выбора;

X- множество методов измерения предпочтений (например, использование различных шкал);

F- отображение множества допустимых альтернатив в множество критериальных оценок (исходы);

G - система предпочтений эксперта;

D - решающее правило, отражающее систему предпочтений.

Любой из элементов этого набора может служить классификационным признаком принятия решений.

Рассмотрим традиционные классификации:

1. *1. По виду отображения F.* Отображение множества A и K может иметь детерминированный характер, вероятностный или неопределенный вид, в соответствии с которым задачи принятия решений можно разделить на задачи в условиях риска и задачи в условиях неопределенности.

2. *2. Мощность множества K.* Множество критериев выбора может содержать один элемент или несколько. В соответствии с этим задачи принятия решений можно разделить на задачи со скалярным критерием и задачи с векторным критерием (многокритериальное принятие решений).

3. *3. Тип системы G.* Предпочтения могут формироваться одним лицом или коллективом, в зависимости от этого задачи принятия решений можно классифицировать на задачи индивидуального принятия решений и задачи коллективного принятия решений.

Задачи принятия решений в условиях определенности. К этому классу относятся задачи, для решения которых имеется достаточная и достоверная количественная информация. В этом случае с успехом применяются методы математического программирования, суть которых состоит в нахождении оптимальных решений на базе математической модели реального объекта. Основные условия применимости методов математического программирования следующие:

1. Задача должна быть хорошо формализована, т. е. имеется адекватная математическая модель реального объекта.

2. Существует некоторая единственная целевая функция (критерий оптимизации), позволяющая судить о качестве рассматриваемых альтернативных вариантов.

3. Имеется возможность количественной оценки значений целевой функции.

4. Задача имеет определенные степени свободы (ресурсы оптимизации), т. е. некоторые параметры функционирования системы, которые можно произвольно изменять в некоторых пределах в целях улучшения значений целевой функции.

Задачи в условиях риска. В тех случаях, когда возможные исходы можно описать с помощью некоторого вероятностного распределения, получаем задачи принятия решений в условиях риска. Для построения распределения вероятностей необходимо либо иметь в распоряжении статистические данные, либо привлекать знания экспертов. Обычно для решения задач этого типа применяются методы теории одномерной или многомерной полезности. Эти задачи занимают место на границе между задачами принятия решений в условиях определенности и неопределенности. Для решения этих задач привлекается вся доступная информация (количественная и качественная).

Задачи в условиях неопределенности. Эти задачи имеют место тогда, когда информация, необходимая для принятия решений, является неточной, неполной, неколичественной, а формальные модели исследуемой системы либо слишком сложны, либо отсутствуют. В таких случаях для решения задачи обычно привлекаются знания экспертов. В отличие от подхода, принятого в экспертных системах, для решения ЗПР знания экспертов обычно выражены в виде некоторых количественных данных, называемых предпочтениями.

Выбор и нетривиальность задач принятия решений. Следует отметить, что одним из условий существования задачи принятия решений является наличие нескольких допустимых альтернатив, из которых следует выбрать в некотором смысле лучшую. При наличии одной альтернативы, удовлетворяющей фиксированным условиям или ограничениям, задача принятия решений не имеет места.

Задача принятия решений называется тривиальной, если она характеризуется исключительно одним критерием K и всем альтернативам A_i приписаны конкретные числовые оценки в соответствии со значениями указанного критерия (рис. 1.1 а).

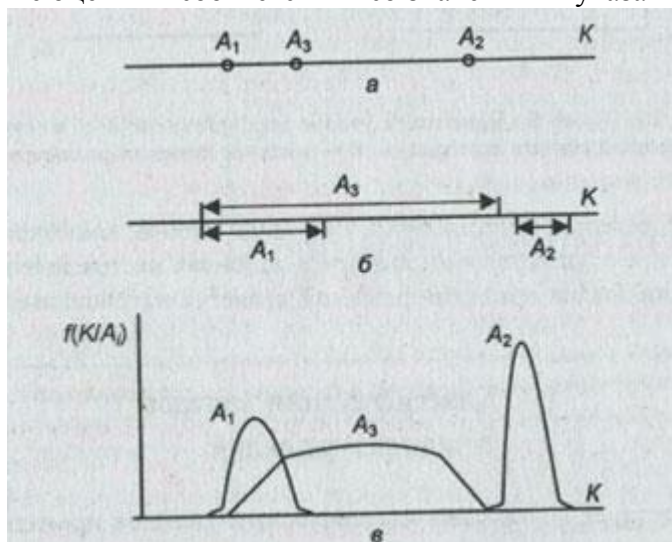


Рис. 1.1. Выбор альтернативы при одном критерии:

а - в условиях определенности;
 б - в условиях неопределенности;
 в - в условиях риска

Задача принятия решений перестает быть тривиальной даже при одном критерии K , если каждой альтернативе A_i соответствует не точная оценка, а интервал возможных оценок (рис. 1.1 б) или распределение $f(K/A_i)$ на значениях указанного критерия (рис. 1.1 в).

Нетривиальной считается задача при наличии нескольких критериев принятия решений (рис. 1.2) независимо от вида отображения множества альтернатив в множество критериальных оценок их последствий.

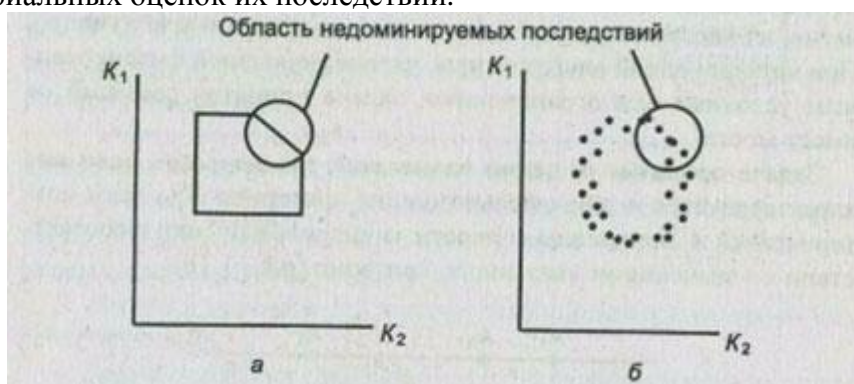


Рис. 1.2. Выбор альтернативы с учетом двух критериев: а - в случае непрерывной области альтернатив; б - в случае дискретных альтернатив

Следовательно, при наличии ситуации выбора, многокритериальности и осуществлении выбора в условиях неопределенности или риска задача принятия решений является нетривиальной.

Классификация методов принятия решений

Существует множество классификаций методов принятия решений, основанных на применении различных признаков [10, 19 - 23]. В табл. 1.1 приведена одна из возможных классификаций, признаками которой являются содержание и тип получаемой экспертной информации.

Таблица 1.1

Классификация методов принятия решений

п/п	Содержание информации	Тип информации	Метод принятия решений
	Экспертная информация не требуется		Метод доминирования [24, 25] Метод на основе глобальных критериев [26, 27]
	Информация о предпочтениях на множестве критериев	Качественная информация Количественная оценка предпочтительности критериев Количественная информация о замещениях	Лексикографическое упорядочение [24,25] Сравнение разностей критериальных оценок [22,24] Метод припасовывания [24] Методы "эффективность-стоимость" [24,28] Методы свертки на иерархии критериев [29,30] Методы порогов [24, 31] Методы идеальной точки [24] Метод кривых

			безразличия [10,24] Методы теории ценности [10, 24]
	Информация о предпочтительности альтернатив	Оценка предпочтительности парных сравнений	Методы математического программирования [32,33] Линейная и нелинейная свертка при интерактивном способе определения ее параметров [34]
	Информация о предпочтениях на множестве критериев и о последствиях альтернатив	Отсутствие информации о предпочтениях; количественная и/или интервальная информация о последствиях. Качественная информация о предпочтениях и количественная о последствиях Качественная (порядковая) информация о предпочтениях и последствиях Количественная информация о предпочтениях и последствиях	Методы дискретизацией неопределенности [8,26] Стохастическое доминирование [8,10,22] Методы принятия решений в условиях риска и неопределенности на основе глобальных критериев [8, 35] Метод анализа иерархий [36] Методы теории нечетких множеств [7, 13, 14, 15, 17, 37] Метод практического принятия решений [8, 24] Методы выбора статистически ненадежных решений [8,38] Методы кривых безразличия для принятия решений в условиях риска и неопределенности [8] Методы деревьев решений [8,37] Декомпозиционные методы теории ожидаемой полезности [8, 10,11]

Используемый принцип классификации позволяет достаточно четко выделить четыре большие группы методов, причем три группы относятся к принятию решений в условиях определенности, а четвертая - к принятию решений в условиях неопределенности. Из множества известных методов и подходов к принятию решений наибольший интерес представляют те, которые дают возможность учитывать многокритериальность и неопределенность, а также позволяют осуществлять выбор решений из множеств альтернатив различного типа при наличии критериев, имеющих разные типы шкал измерения (эти методы относятся к четвертой группе).

В свою очередь, среди методов, образующих четвертую группу, наиболее перспективными являются декомпозиционные методы теории ожидаемой полезности, методы анализа иерархий и теории нечетких множеств. Данный выбор определен тем, что эти методы в наибольшей степени удовлетворяют требованиям универсальности, учета многокритериальности выбора в условиях неопределенности из дискретного или непрерывного множества альтернатив, простоты подготовки и переработки экспертной информации.

Охарактеризовать достаточно полно все методы принятия решений, относящиеся к четвертой группе, в рамках данной работы невозможно, поэтому в дальнейшем рассматриваются только три подхода к принятию решений в условиях неопределенности, которые получили наиболее широкое воплощение в системах компьютерной поддержки, а именно: подходы, основанные на методах теории полезности, анализа иерархий и теории нечетких множеств.

Характеристика методов теории полезности

Декомпозиционные методы теории ожидаемой полезности получили наиболее широкое распространение среди группы аксиоматических методов принятия решений в условиях риска и неопределенности.

Основная идея этой теории состоит в получении количественных оценок полезности возможных исходов, которые являются следствиями процессов принятия решений. В дальнейшем на основании этих оценок можно выбрать наилучший исход. Для получения оценок полезности необходимо иметь информацию о предпочтениях лица, ответственного за принимаемое решение.

Парадигма анализа решения может быть сведена к процессу, включающему пять этапов [10].

Этап 1. Предварительный анализ. На этом этапе формулируется проблема и определяются возможные варианты действий, которые можно предпринять в процессе ее решения.

Этап 2. Структурный анализ. Этот этап предусматривает структуризацию проблемы на качественном уровне, на котором ЛПР намечает основные шаги процесса принятия решений и пытается упорядочить их в виде некоторой последовательности. Для этой цели строится дерево решений, (рис.1.3).

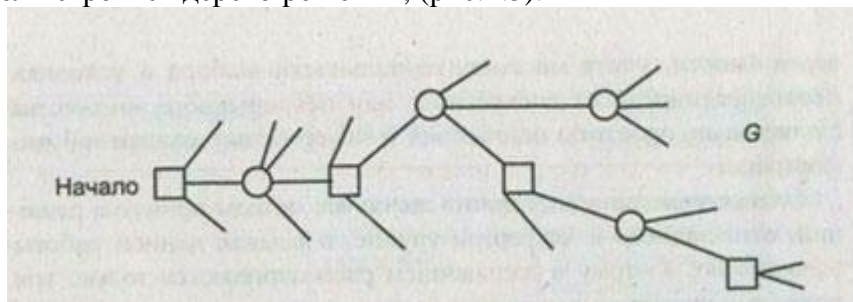


Рис. 1.3. Фрагмент дерева решений

Дерево решений имеет два типа вершин: вершины-решения (обозначены квадратиками) и вершины-случаи (обозначены кружочками). В вершинах-решениях выбор полностью зависит от ЛПР, в вершинах-случаях ЛПР не полностью контролирует выбор, так как случайные события можно предвидеть лишь с некоторой вероятностью.

Этап 3. Анализ неопределенности. На этом этапе ЛПР устанавливает значения вероятности для тех ветвей на дереве решений, которые начинаются в вершинах-случаях. При этом полученные значения вероятностей подлежат проверке на наличие внутренней согласованности.

Для получения значений вероятности привлекается вся доступная информация: статистические данные, результаты моделирования, экспертная информация и т. д.

Этап 4. Анализ полезности. На данном этапе следует получить количественные оценки полезности последствий (исходов), связанных с реализацией того или иного пути на дереве решений. На рис. 1.3 показан один из возможных путей - от начала до точки G.

Исходы (последствия принимаемых решений) оцениваются с помощью функции полезности фон Неймана - Моргенштерна [39], которая каждому исходу g_k ставит в соответствие его полезность $u(g_k)$. Построение функции полезности осуществляется на основе знаний ЛПР и экспертов.

Этап 5. Процедуры оптимизации. Оптимальная стратегия действий (альтернатива, путь на дереве решений) может быть найдена с помощью вычислений, а именно: максимизации ожидаемой полезности на всем пространстве возможных исходов. Одно из условий постановки задачи оптимизации - наличие адекватной математической модели, которая связывает параметры оптимизации (в данном случае это альтернативные варианты действий) с переменными, входящими в целевую функцию (функция полезности). В методах теории полезности такие модели имеют вероятностный характер и основаны на том, что оценка вероятности ожидаемого исхода может быть использована для введения числовых оценок возможных вероятных распределений на конечном множестве исходов.

Задача выбора наилучшего решения в соответствии с аксиоматикой теории полезности [10] может быть представлена следующим образом:

$$\max_{A \in A} \left[\bar{u}(A) = \int_K u(K) f(K/A) dK \right].$$

где $u(K)$ - многомерная функция полезности;

K - точка в критериальном пространстве;

$f(K/A)$ - функция плотности условного от альтернативы A распределения критериальных оценок.

Построение функций полезности является основной и наиболее трудоемкой процедурой методов теории полезности, после этого с помощью такой функции можно оценить любое количество альтернатив.

Процедура построения функции полезности включает пять шагов.

Шаг 1. Подготовительный. Главная задача здесь - подбор экспертов и разъяснение им того, как следует выражать свои предпочтения.

Шаг 2. Определение вида функции. Функция полезности должна отражать представления ЛПР и экспертов об ожидаемой полезности возможных исходов. Поэтому множество исходов упорядочивается по их предпочтительности, после чего в соответствие каждому возможному исходу необходимо поставить предполагаемое значение ожидаемой полезности. На этом шаге выясняют, является ли функция полезности монотонной, убывающей или возрастающей, отражает ли она склонность, несклонность или безразличие к риску и т. п.

Шаг 3. Установление количественных ограничений. Здесь определяется интервал изменения аргумента функции полезности и устанавливаются значения функции полезности для нескольких контрольных точек.

Шаг 4. Подбор функции полезности. Необходимо выяснить, являются ли согласованными количественные и качественные характеристики, выявленные к данному моменту. Положительный ответ на этот вопрос равнозначен существованию некоторой функции, которая обладает всеми требуемыми свойствами. Если последует отрицательный ответ, то возникает проблема согласования свойств, что предполагает возврат на более ранние шаги.

Шаг 5. Проверка адекватности. Необходимо убедиться в том, что построенная функция полезности действительно полностью соответствует истинным предпочтениям ЛПР. Для этого применяются традиционные методы сравнения расчетных значений с экспериментальными.

Рассмотренная процедура соответствует задаче со скалярной функцией полезности. В общем случае последняя может быть векторной величиной. Это имеет место, когда ожидаемую полезность невозможно представить единственной количественной характеристикой (задача со многими критериями). Обычно многомерная функция полезности представляется как аддитивная или мультипликативная функция частных полезностей. Процедура построения многомерной функции полезности еще более трудоемка, чем одномерной.

Таким образом, методы теории полезности занимают промежуточное место между методами принятия решений в условиях определенности и методами, направленными на выбор альтернатив в условиях неопределенности. Для применения этих методов необходимо иметь количественную зависимость между исходами и альтернативами, а также экспертную информацию для построения функции полезности. Эти условия выполняются не всегда, что накладывает ограничение на применение методов теории полезности. К тому же следует помнить, что процедура построения функции полезности трудоемка и плохо формализуема.

Лекция 11

Общая постановка однокритериальной задачи принятия решений.

Пусть исход управляемого мероприятия зависит от выбранного решения (стратегии управления) и некоторых неслучайных фиксированных факторов, полностью известных лицу, принимающему решение. Стратегии управления могут быть представлены в виде значений n -мерного вектора $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, на компоненты которого наложены ограничения, обусловленные рядом естественных причин и имеющие вид

$$g_i = g_i(A_i, X) \{ \leq, =, \geq \} b_i; \quad (2.2)$$
$$i = \overline{1, m}; \quad m \{ <, =, > \} n,$$

где A_i , — некоторый массив фиксированных неслучайных параметров.

Условия (2.2) определяют область Ω_X допустимых значений стратегий X .

Эффективность управления характеризуется некоторым численным критерием оптимальности F :

$$F = F(X, C), \quad (2.3)$$

где C — массив фиксированных, неслучайных параметров. Массивы A_i и C характеризуют свойства объектов, участвующих в управлении, и условия протекания управления.

Перед лицом, принимающим решение, стоит задача выбора такого значения $\bar{X} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$ вектора управления $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ из области Ω_X его допустимых значений, которое максимизирует значение критерия оптимальности F , а также значение \bar{F} этого максимума

$$F = F(X, C) = \max_{X \in \Omega_X} F(X, C). \quad (2.4)$$

где область Ω_X представляется условием (2.2).

В (2.4) символы \bar{F} и \bar{X} обозначают максимально достижимое в условиях (2.2) значение критерия оптимальности F и соответствующее ему оптимальное значение вектора управления X .

Совокупность соотношений (2.2), (2.3) и (2.4) представляет собой общий вид математической модели однокритериальной статической детерминированной ЗПР.

Задача в такой постановке полностью совпадает с общей постановкой задачи математического программирования. Поэтому весь арсенал методов, разработанных для решения задач математического программирования, может быть использован для решения задач принятия решений данного класса. Мы не будем здесь из-за недостатка места останавливаться на обзоре соответствующих методов решения.

Рассмотрим пример однокритериальной статической детерминированной ЗПР.

Пусть необходимо отображать некоторое количество информационных моделей (например, картографическую информацию). Для отображения любой из моделей всегда требуется решить n различных задач Z_1, Z_2, \dots, Z_n (отображение символов, отображение векторов, поворот и перемещение изображения, масштабирование и т.п.). Все задачи взаимно независимы. Для решения них задач могут быть использованы m различных микропроцессоров M_1, M_2, \dots, M_m . В течение времени T микропроцессор M_j , может решить a_{ij} , задач типа Z_i ($i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}$), т.е. решить задачу Z_i , несколько раз по одному и тому же алгоритму, но для различных исходных данных.

Информационную модель можно отображать только в том случае, если она содержит полный набор результатов решения всех задач Z_1, Z_2, \dots, Z_n .

Требуется распределить задачи по микропроцессором так, чтобы число информационных моделей, синтезированных за время T , было максимально. Иначе говоря, необходимо указать, какую часть времени T микропроцессор M_j должен занимать решением задачи Z_i .

Обозначим эту величину через x_{ij} (если эта задача не будет решаться на данном микропроцессоре, то $x_{ij} = 0$).

Очевидно, что общее время занятой каждого микропроцессора решением тех задач не должно превышать общего запаса времени T , «доля» — единицы. Таким образом, имеем следующие ограничительные условия:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} < 1; j = \overline{1, m}$$

Общее количество решений N_i задачи Z_i , полученных всеми микропроцессорами вместе,

$$N_i = \sum_{j=1}^m a_{ij} x_{ij}; i = \overline{1, n}.$$

Так как информационная модель может быть синтезирована лишь из полного набора результатов решения всех задач, то количество информационных моделей F будет определяться минимальным из чисел N_i .

Итак, имеем следующую математическую модель: требуется найти такие x_{ij} , чтобы обращалась в максимум функция F

$$F = \min_i \sum_{j=1}^m a_{ij} x_{ij}; i = \overline{1, n},$$

$$\text{при} \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} \leq 1; j = \overline{1, m}, \quad x_{ij} \geq 0.$$

Общая постановка однокритериальной статической задачи принятия решений в условиях риска. Как отмечалось, каждая выбранная стратегия управления в условиях риска связана с множеством возможных исходов, причем каждый исход имеет определенную вероятность появления, известную заранее человеку, принимающему решение.

При оптимизации решения в подобной ситуации стохастическую ЗПР сводят к детерминированной. Широко используют при этом следующие два принципа: искусственное сведение к детерминированной схеме и оптимизация в среднем.

В первом случае неопределенная, вероятностная картина явления приближенно заменяется детерминированной. Для этого все участвующие в задаче случайные факторы приближенно заменяются какими-то неслучайными характеристиками этих факторов (как правило, их математическими ожиданиями).

Этот прием используется в грубых, ориентировочных расчетах, а также в тех случаях, когда диапазон возможных значений случайных величин сравнительно мал. В тех случаях, когда показатель эффективности управления линейно зависит от случайных параметров, этот прием приводит к тому же результату, что и «оптимизация в среднем».

Прием «оптимизация в среднем» заключается в переходе от исходного показателя эффективности Q , являющегося случайной величиной:

$$Q = Q(X, A, y_1, y_2, \dots, y_q),$$

где X — вектор управления; A — массив детерминированных факторов; y_1, y_2, \dots, y_q — конкретные реализации случайных фиксированных факторов Y_1, Y_2, \dots, Y_q к его осредненной, статической характеристике, например к его математическому ожиданию $M[Q]$:

$$F = M[Q] = \underbrace{\int \dots \int}_q Q(X, A, y_1, y_2, \dots, y_q) \times f(y_1, y_2, \dots, y_q) dy_1, dy_2, \dots, dy_q = F(X, A, B). \quad (2.5)$$

Здесь B — массив известных статистических характеристик случайных величин Y_1, Y_2, \dots, Y_q ; $f(y_1, y_2, \dots, y_q)$ — закон распределения вероятностей случайных величин Y_1, Y_2, \dots, Y_q .

При оптимизации в среднем по критерию (2.5) в качестве оптимальной стратегии \bar{X} будет выбрана такая стратегия, которая, удовлетворяя ограничениям на область Ω_X допустимых значений вектора X , максимизирует значение математического ожидания $F = M[Q]$ исходного показателя эффективности Q , т. е.

$$\bar{F} = F(\bar{X}, A, B) = \max_{X \in \Omega_X} F(X, A, B) = \max_{X \in \Omega_X} M[Q(X, A, y_1, y_2, \dots, y_q)]. \quad (2.6)$$

В том случае, если число возможных стратегий i конечно ($i = \overline{1, I}$) и число возможных исходов j конечно ($j = \overline{1, J}$) то выражение (2.6) переписывается в виде

$$F = F(\bar{X}) = \max_{i \in \overline{1, I}} [F(X_i)] = \max_{i \in \overline{1, I}} \left[\sum_{j=1}^J P_{ij} Q_{ij} \right]. \quad (2.7)$$

где Q_{ij} — значение показателя эффективности управления в случае появления j -го исхода при выборе i стратегии управления; P_{ij} — вероятность появления j -го исхода при реализации i -й стратегии.

Из выражений (2.6) и (2.7) следует, что оптимальная стратегия X приводит к гарантированному наилучшему результату только при многократном повторении ситуации в одинаковых условиях. Эффективность каждого отдельного выбора связана с риском и может отличаться от средней величины как в лучшую, так и в худшую сторону. Сравнение двух рассмотренных принципов оптимизации в стохастических ЗПР показывает, что они представляют собой детерминизацию исходной задачи на разных уровнях влияния стохастических факторов. «Искусственное сведение к детерминированной схеме» представляет собой детерминизацию на уровне факторов, «оптимизация в среднем» — на уровне показателя эффективности.

После выполнения детерминизации могут быть использованы все методы, применимые для решения однокритериальных статических детерминированных ЗПР.

Рассмотрим пример однокритериальной статической задачи принятия решений в условиях риска.

Для создания картографической базы данных необходимо кодировать картографическую информацию. Использование поэлементного кодирования приводит к необходимости использования чрезвычайно больших объемов памяти. Известен ряд методов кодирования, позволяющих существенно сократить требуемый объем памяти [например, линейная интерполяция, интерполяция классическими многочленами, кубинские сплайны и т.д; см. кн. 4 настоящего сериала]. Основным показателем эффективности метода кодирования является коэффициент сжатия информации. Однако значение этого коэффициента зависит от вида кодируемой картографической информации (гидрография, границы административных районов, дорожная сеть и т. д.). Обозначим через Q_{ij} ($i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$) значение коэффициента сжатия i -го метода кодирования для j -го вида информации. Конкретный район, подлежащий кодированию, заранее неизвестен. Однако предварительный анализ картографической информации всего региона и опыт предыдущих разработок позволяют вычислить вероятность появления каждого из видов информации. Обозначим через P_i вероятность появления j -го вида,

$$\sum_{i=1}^m P_i = 1.$$

Тогда, используя метод оптимизации в среднем, следует выбрать такой метод кодирования, для которого

$$F = \max_i \sum_{j=1}^m P_j Q_{ij}; \quad i = \overline{1, n}$$

Лекция №12

Принятие решений в условиях неопределенности.

Принятие решения в условиях неопределенности. Прежде всего отметим принципиальное различие между стохастическими факторами, приводящими к принятию решения в условиях риска, и неопределенными факторами, приводящими к принятию решения в условиях неопределенности. И те, и другие приводят к разбросу возможных исходов результатов управления. Но стохастические факторы полностью описываются известной стохастической информацией, эта информация и позволяет выбрать лучшее в среднем решение. Применительно к неопределенным факторам подобная информация отсутствует.

В общем случае неопределенность может быть вызвана либо противодействием разумного противника, либо недостаточной осведомленностью об условиях, в которых осуществляется выбор решения.

Принятие решений в условиях разумного противодействия является объектом исследования теории игр. Мы здесь не будем касаться этих вопросов. Рассмотрим принципы выбора решений при наличии недостаточной осведомленности относительно условий, в которых осуществляется выбор. Такие ситуации принято называть «играми с природой».

В терминах «игр с природой» задача принятия решений может быть сформулирована следующим образом. Пусть лицо, принимающее решение, может выбрать один из m возможных вариантов своих решений: x_1, x_2, \dots, x_m и пусть относительно условий, в которых будут реализованы возможные варианты, можно сделать n предположений: y_1, y_2, \dots, y_n . Оценки каждого варианта решения в каждом из условий (x_i, y_j) известны и заданы в виде матрицы выигрышей лица, принимающего решения: $A = [a_{ij}]$.

Предположим вначале, что априорная информация о вероятностях возникновения той или иной ситуации y_j отсутствует.

Теория статистических решений предлагает несколько критериев оптимальности выбора решений. Выбор того или иного критерия неформализуем, он осуществляется человеком, принимающим решения, субъективно, исходя из его опыта, интуиции и т. д. Рассмотрим эти критерии.

Критерий Лапласа. Поскольку вероятности возникновения той или иной ситуации y_j неизвестны, будем их все считать равновероятными. Тогда для каждой строки матрицы выигрышей подсчитывается среднее арифметическое значение оценок. Оптимальному решению будет соответствовать такое решение, которому соответствует максимальное значение этого среднего арифметического, т. е.

$$\bar{F} = F(\bar{X}, Y) = \max_{1 \leq i \leq m} (1/n) \sum_{j=1}^n a_{ij}.$$

Критерий Вальда. В каждой строчке матрицы выбираем минимальную оценку. Оптимальному решению соответствует такое решение, которому соответствует максимум этого минимума, т. е.

$$\bar{F} = F(\bar{X}, Y) = \max_{1 \leq i \leq m} \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij}.$$

Этот критерий очень осторожен. Он ориентирован на наихудшие условия, только среди которых и отыскивается наилучший и теперь уже гарантированный результат.

Критерий Сэвиджа. В каждом столбце матрицы находится максимальная оценка $\max_{1 \leq i \leq m} a_{ij}$ и составляется новая матрица, элементы которой определяются соотношением $r_{ij} = \max_{1 \leq i \leq m} a_{ij} - a_{ij}$.

Величину r_{ij} называют риском, под которым понимают разность между максимальным выигрышем, который имел бы место, если бы было достоверно известно, что наступит ситуация y_j , и выигрышем при выборе решения x_i в условиях y_j . Эта новая

матрица называется матрицей рисков. Далее из матрицы рисков выбирают такое решение, при котором величина риска принимает наименьшее значение в самой неблагоприятной ситуации, т. е.

$$\bar{F} = F(\bar{X}, Y) = \min_{1 \leq i \leq m} \max_{1 \leq j \leq n} r_{ij} = \min_{1 \leq i \leq m} \max_{1 \leq j \leq n} (\max_{1 \leq k \leq m} a_{kj} - a_{ij}).$$

Сущность этого критерия заключается в минимизации риска. Как и критерий Вальда, критерий Сэвиджа очень осторожен. Они различаются разным пониманием худшей ситуации: в первом случае — это минимальный выигрыш, во втором — максимальная потеря выигрыша по сравнению с тем, чего можно было бы достичь в данных условиях.

Критерий Гурвица. Вводится некоторый коэффициент α , называемый «коэффициентом оптимизма», $0 \leq \alpha \leq 1$. В каждой строке матрицы выигрышей находится самая большая оценка $\max_{1 \leq j \leq n} a_{ij}$ и самая маленькая $\min_{1 \leq j \leq n} a_{ij}$. Они умножаются соответственно на α и $(1 - \alpha)$ и затем вычисляется их сумма. Оптимальному решению будет соответствовать такое решение, которому соответствует максимум этой суммы, т. е.

$$\bar{F} = F(\bar{X}, Y) = \max_{1 \leq i \leq m} [\alpha \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij} + (1 - \alpha) \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij}].$$

При $\alpha = 0$ критерий Гурвица трансформируется в критерий Вальда. Это случай крайнего «пессимизма». При $\alpha = 1$ (случай крайнего «оптимизма») человек, принимающий решение, рассчитывает на то, что ему будет сопутствовать самая благоприятная ситуация. «Коэффициент оптимизма» α назначается субъективно, исходя из опыта, интуиции и т. д. Чем более опасна ситуация, тем более осторожным должен быть подход к выбору решения и тем меньшее значение присваивается коэффициенту α .

Примером принятия решений в условиях неопределенности может служить рассмотренная выше задача выбора метода кодирования картографической информации, когда вероятности появления того или иного вида этой информации неизвестны.

Лекция №13

Многокритериальные задачи принятия решений

Пусть, как и прежде, необходимо выбрать одно из множества решений X из области Ω_X их допустимых значений. Но в отличие от изложенного выше, каждое выбранное решение оценивается совокупностью критериев f_1, f_2, \dots, f_k , которые могут различаться своими коэффициентами относительной важности $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$. Критерии $f_q, q = \overline{1, k}$, называют частными или локальными критериями, они образуют интегральный или векторный критерий оптимальности $F = \{f_q\}$. Коэффициенты $\lambda_q, q = \overline{1, k}$, образуют вектор важности $\Lambda = \{\lambda_q\}$. Каждый локальный критерий характеризует некоторую локальную цель принимаемого решения.

Оптимальное решение \bar{X} должно удовлетворять соотношению

$$\bar{F} = F(\bar{X}) = \operatorname{opt}_{X \in \Omega_X} \{F(X), \Lambda\}, \quad (2.8)$$

где \bar{F} — оптимальное значение интегрального критерия; opt — оператор оптимизации, он определяет выбранный принцип оптимизации.

Область допустимых решений Ω_X может быть разбита на две непересекающиеся части:

Ω_X^s — область согласия, в которой качество решения может быть улучшено одновременно по всем локальным критериям или без снижения уровня любого из критериев;

Ω_X^k — область компромиссов, в которой улучшение качества решения по одним локальным критериям приводит к ухудшению качества решения по другим.

Очевидно, что оптимальное решение может принадлежать только области компромиссов, так как в области согласия решение может и должно быть улучшено по соответствующим критериям.

Выделение области компромисса сужает область возможных решений, но для выбора одного-единственного варианта решения далее следует раскрыть смысл оператора оптимизации opt выражения (2.8) или, как говорят, выбрать схему компромисса. Этот выбор осуществляется субъективно.

Рассмотрим основные схемы компромисса, предполагая вначале, что все локальные критерии нормализованы (т. е. имеют одинаковую размерность или являются безразмерными величинами) и одинаково важны. Рассмотрение удобно вести, перейдя от пространства Ω_X выбираемых решений X к пространству Ω_F возможных (допустимых) локальных критериев $F = \{f_1, f_2, \dots, f_k\}$.

деля его, как это было сделано выше, на область согласия и область компромиссов.

Тогда сформулированную ранее модель оптимизации (2.8) можно переписать в виде

$$\bar{F} = F(\bar{X}) = \operatorname{opt}_{X \in \Omega_X} [F(X), \Lambda] = \operatorname{opt}_{F \in \Omega_F} [F, \Lambda].$$

Основными схемами компромисса являются принцип равномерности, принцип справедливой уступки, принцип выделения одного оптимизируемого критерия, принцип последовательной уступки.

Принцип равномерности провозглашает целесообразность выбора такого варианта решения, при котором достигалась бы некоторая «равномерность» показателей по всем локальным критериям. Используют следующие реализации принципа равномерности: принцип равенства, принцип максимина, принцип квазиравенства.

Принцип равенства формально выражается следующим образом:

$$\bar{F} = \operatorname{opt}_{F \in \Omega_F} F = (f_1 = f_2 = \dots = f_k),$$

т. е. оптимальным считается вариант, принадлежащий области компромиссов, при котором все значения локальных критериев равны между собой.

Однако случай $f_1 = f_2 = \dots = f_k$ может не попасть в область компромиссов или вообще не принадлежать к области допустимых вариантов.

Принцип максимина формально выражается следующим образом:

$$\bar{F} = \operatorname{opt}_{F \in U_F^k} F = \max_{f \in U_F^k} \min_{1 \leq q \leq k} f_q.$$

В случае применения этого принципа из области компромиссов выбираются варианты с минимальными значениями локальных критериев и среди них ищется вариант, имеющий максимальное значение. Равномерность в этом случае обеспечивается за счет «подтягивания» критерия с наименьшим уровнем.

Принцип квазиравенства заключается в том, что стремятся достичь приближенного равенства всех локальных критериев. Приближение характеризуется некоторой величиной δ . Этот принцип может быть использован в дискретном случае.

Следует отметить, что принципы равенства, несмотря на их привлекательность, не могут быть рекомендованы во всех случаях. Иногда даже небольшое отклонение от равномерности может дать значительный прирост по одному из критериев.

Принцип справедливой уступки основан на сопоставлении и оценке прироста и убыли величины локальных критериев. Переход от одного варианта к другому, если они оба принадлежат области компромиссов, неизбежно связан с улучшением по одним критериям и ухудшением по другим. Сопоставление и оценка изменения значения локальных критериев может производиться по абсолютному значению прироста и убыли критериев (принцип абсолютной уступки), либо по относительному (принцип относительной уступки).

Принцип абсолютной уступки может быть формально выражен с помощью следующей записи:

$$\bar{F} = \operatorname{opt}_{F \in U_F^k} F = \{ \bar{F} / \sum_{j \in J^{(+)}} \Delta f_j \geq \sum_{i \in J^{(-)}} \Delta f_i \},$$

где $J^{(+)}$ — подмножество мажорируемых критериев, т. е. таких, для которых $\Delta f_j > 0$; $J^{(-)}$ — подмножество минорируемых критериев, т.е. таких, для которых $\Delta f_i < 0$; $\Delta f_i, \Delta f_j$ — абсолютные значения приращения критериев; $/$ — символ «такой, для которого». Таким образом, целесообразным считается выбрать такой вариант, для которого абсолютное значение суммы снижения одного или нескольких критериев не превосходит абсолютного значения суммы повышения оставшихся критериев.

Можно показать, что принципу абсолютной уступки соответствует модель максимизации суммы критериев

$$\bar{F} = \operatorname{opt}_{F \in U_F^k} F = \max_{f \in U_F^k} \sum_{q=1}^k f_q.$$

Недостатком принципа абсолютной уступки является то, что он допускает резкую дифференциацию уровней отдельных критериев, так как высокое значение интегрального критерия может быть получено за счет высокого уровня одних локальных критериев при сравнительно малых значениях других критериев измерения. Исключение составляют те задачи, в которых в качестве схемы компромисса применяется принцип относительной уступки.

В основу нормализации критериев положено понятие «идеального вектора», т. е. вектора с «идеальными» значениями параметров

$$F^{(id)} = \{ f_1^{(id)}, f_2^{(id)}, \dots, f_k^{(id)} \}.$$

В нормализованном пространстве критериев вместо действительного значения критерия f_q рассматривается безразмерная величина

$$f_q^{(н)} = \frac{f_q}{f_q^{(н)}}, q = \overline{1, k}.$$

Если лучшим считается большее значение критерия и если $f_q^{(н)} \neq 0$, то $f_q^{(н)} \in [0, 1]$.

Успешное решение проблемы нормализации во многом зависит от того, насколько правильно и объективно удастся определить идеальные значения $f_q^{(н)}$. Способ выбора идеального вектора $F^{(н)}$ и определяет способ нормализации. Рассмотрим основные способы нормализации.

Способ 1. Идеальный вектор определяется заданными величинами критериев

$$F^{н} = F^{(зап)} = \{f_q^{(зап)}\}, q = \overline{1, k}.$$

Недостатком этого способа является сложность и субъективность назначения $F^{(зап)}$ что приводит к субъективности оптимального решения.

Способ 2. В качестве идеального вектора выбирают вектор, параметрами которого являются максимально возможные значения локальных критериев:

$$F^{н} = F_{max} = \{f_{1max}, f_{2max}, \dots, f_{kmax}\}.$$

Недостатком этого способа является то, что он существенно зависит от максимально возможного уровня локальных критериев. В результате равноправие критериев нарушается и предпочтение автоматически отдается варианту с наибольшим значением локального критерия.

Способ 3. В качестве параметров идеального вектора принимают максимально возможный разброс соответствующих локальных критериев, т. е.

$$F_q^{(н)} = f_{qmax} - f_{qmin}, q = \overline{1, k}.$$

Лекция №14 Нормализация критериев

Нормализация критериев по существу является преобразованием пространства критериев, в котором задача выбора варианта приобретает большую ясность.

Способы задания и учета приоритета критериев. Приоритет локальных критериев может быть задан с помощью ряда приоритета, вектора приоритета, весового вектора.

Ряд приоритета \vec{R} является упорядоченным множеством индексов локальных критериев $\vec{R} = \{1, 2, \dots, k\}$.

Критерии, индексы которых стоят слева, доминируют над критериями, индексы которых стоят справа. При этом доминирование является качественным: критерий f_1 всегда более важен, чем f_2 , и т. д.

В том случае, если среди критериев имеются равно-приоритетные, они выделяются в ряде приоритета скобками, например: $\vec{R} = \{1, 2, (3, 4), \dots, k\}$.

Приоритет критериев может быть задан вектором приоритета $\vec{\lambda} = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k\}$, компоненты которого представляют собой отношения, определяющие степень относительного превосходства по важности двух соседних критериев из ряда приоритета, а именно: величина λ_q определяет, на сколько критерий f_q важнее критерия f_{q+1} .

Если некоторые критерии f_q и f_{q+1} равнозначны, то соответствующая компонента $\lambda_q = 1$. Для удобства вычислений обычно полагают $\lambda_k = 1$.

Вектор приоритета $\vec{\lambda}$ определяется в результате попарного сравнения локальных критериев, предварительно упорядоченных в соответствии с рядом приоритета \vec{R} . Очевидно, что любая компонента вектора приоритета $\vec{\lambda}$ удовлетворяет соотношению $\lambda_q \geq 1, q = \overline{1, k}$.

Весовой вектор $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k\}$ представляет собой k -мерный вектор, компоненты которого связаны соотношениями $0 \leq \alpha_q \leq 1, q = \overline{1, k}; \sum_{q=1}^k \alpha_q = 1$.

Принцип относительной уступки может быть записан в виде

$$\bar{F} = \underset{F \in \Omega_f^*}{\text{opt}} F = \left\{ \bar{F} / \sum_{i \in J^{(+)}} x_i \geq \sum_{i \in J^{(-)}} x_i \right\};$$

где $x_j = \Delta f_j / f_{j_{\max}}$; $x_i = \Delta f_i / f_{i_{\max}}$ — относительные изменения критериев; $f_{j_{\max}}, f_{i_{\max}}$ — максимальные значения критериев.

Целесообразно выбрать тот вариант, при котором суммарный относительный уровень снижения одних критериев меньше суммарного относительного уровня повышения других критериев.

Можно сказать, что принципу относительной уступки соответствует модель максимизации произведения критериев

$$\bar{F} = \underset{F \in \Omega_f^*}{\text{opt}} F = \max_{F \in \Omega_f^*} \prod_{q=1}^k f_q.$$

Принцип относительной уступки весьма чувствителен к величине критериев, причем за счет относительности уступки происходит автоматическое снижение «цены» уступки для локальных критериев с большой величиной и наоборот. В результате проводится значительное сглаживание уровней локальных критериев. Важным преимуществом принципа относительной уступки является также то, что он инвариантен к

масштабу изменения критериев, т. е. его использование не требует предварительной нормализации локальных критериев.

Принцип выделения одного оптимизируемого критерия формально может быть записан следующим образом:

$$\bar{F} = \operatorname{opt}_{F \in \Omega_F^*} F = \max_{F \in \Omega_F^*} f_i$$

при условиях

$$f_q \geq f_{q, \min}, \quad q = \bar{1}, \bar{k}, \quad i \neq q,$$

где f_i — оптимизируемый критерий.

Один из критериев является оптимизируемым и выбирают тот вариант, при котором достигается максимум этого критерия. На другие критерии накладываются ограничения.

Принцип последовательной уступки. Предположим, что локальные критерии расположены в порядке убывающей важности: сначала основной критерий f_1 , затем другие, вспомогательные критерии f_2, f_3, \dots . Как и ранее, считаем, что каждый из них нужно обратить в максимум. Процедура построения компромиссного решения сводится к следующему. Сначала находят решение, обращающее в максимум главный критерий f_1 . Затем, исходя из практических соображений, например из точности, с которой известны исходные данные, назначают некоторую «уступку» Δf_1 , допустимую для того, чтобы обратить в максимум второй критерий f_2 . Налагаем на критерий f_1 требование, чтобы он был меньше, чем $f_{1, \max} - \Delta f_1$, где $f_{1, \max}$ — максимально возможное значение f_1 , и при этом ограничении ищем вариант, обращающий в максимум f_2 . Далее снова назначают «уступку» в критерии f_2 , ценой которой можно максимизировать f_3 , и т. д.

Такой способ построения компромиссного решения хорош тем, что здесь отчетливо видно, ценой какой «уступки» в одной критерии приобретается выигрыш в другом. Свобода выбора решения, приобретаемая ценой даже незначительных «уступок», может оказаться существенной, так как в районе максимума обычно эффективность решения меняется очень слабо.

Ранее предполагалось, что лучшим считается большее значение локальных критериев, т. е. решалась задача максимизации интегрального критерия.

В том случае, если лучшим считается меньшее значение критериев, то от задачи минимизации следует перейти к задаче максимизации путем умножения интегральной функции F на -1 и замены F на $F' = -F$.

Если ряд критериев необходимо максимизировать, а остальные минимизировать, то для выражения интегрального критерия можно использовать соотношение

$$\operatorname{opt} \bar{F} = \max_{F \in \Omega_F^*} \left[\left(\prod_{q=1}^i f_q \right) \left(\prod_{q=1}^k f_q \right)^{-1} \right]$$

либо

$$\operatorname{opt} \bar{F} = \max_{F \in \Omega_F^*} \left[\sum_{q=1}^i f_q \cdot \left(\sum_{q=1}^k f_q \right)^{-1} \right],$$

где $f_{q, q = \bar{1}, \bar{i}}$ — локальные критерии, которые необходимо максимизировать; $f_{q, q = \bar{1} + 1, \bar{k}}$ — локальные критерии, которые необходимо минимизировать.

Способы нормализации критериев. Проблема нормализации критериев возникает во всех задачах векторной оптимизации, в которых локальные критерии оптимальности имеют различные единицы.

Компонента α_i вектора $\vec{\alpha}$ имеет смысл весового коэффициента, определяющего относительное превосходство критерия f_i над всеми остальными.

Компоненты векторов $\vec{\lambda}$ и $\vec{\alpha}$ связаны соотношениями

$$\lambda_q = \alpha_q / \alpha_{q+1}.$$

Приоритет критериев проще задавать с помощью вектора приоритета, поскольку его компоненты определяются сравнением важности только двух соседних критериев, а не всей совокупности критериев, как при задании весового вектора. Причем это удобно делать последовательно, начиная с последней пары критериев, положив $\lambda_k = 1$. Можно показать [14], что при $\lambda_k = 1$

$$\alpha_q = \prod_{i=1}^k \lambda_i \left(\sum_{q=1}^k \prod_{i=q}^k \lambda_i \right)^{-1}.$$

Если приоритет критериев задан в виде ряда, то при выборе оптимального варианта применяют принцип «жесткого приоритета», при котором осуществляется последовательная оптимизация. При этом не допускается повышение уровня критериев с низкими приоритетами, если происходит хотя бы небольшое снижение значения критерия с более высоким приоритетом.

Если заданы вектор приоритета $\vec{\lambda}$ или весовой вектор $\vec{\alpha}$, то при выборе оптимального варианта можно использовать принцип «гибкого приоритета». При этом оценка варианта производится по взвешенному векторному критерию, где в качестве компонент вектора критериев $\{f_1, f_2, \dots, f_k\}$ используются компоненты вектора $\{\alpha_1 f_1, \alpha_2 f_2, \dots, \alpha_k f_k\}$. В этом случае могут быть применены все рассмотренные принципы выбора варианта в области компромиссов (принципы равенства, справедливой уступки и т. д.) с заменой f_q на $\alpha_q f_q$.

Примером многокритериальной задачи принятия решений может служить рассмотренная задача выбора метода кодирования картографической информации в следующей интерпретации. Алгоритмы, реализующие тот или иной метод кодирования (линейная интерполяция, интерполяция классическими многочленами, кубические сплайны и т. д.), характеризуются следующими локальными критериями: погрешность интерполяции — f_1 , время реализации алгоритма — f_2 , требуемый объем памяти — f_3 и т. д. Пусть для проектировщика эти локальные критерии в данной ситуации имеют следующую относительную важность: $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ и т. д. соответственно. Тогда, при использовании метода абсолютной уступки лучшим будет такой метод кодирования, для которого (для случая трех локальных критериев):

$$F = \max_i \left[\sum_{q=1}^3 \alpha_q f_q \right],$$

где i — i -й метод кодирования ($i = \overline{1, n}$);

$$\alpha_1 = \frac{\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3}{\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 + \lambda_2 \lambda_3 + \lambda_3},$$

$$\alpha_2 = \frac{\lambda_2 \lambda_3}{\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 + \lambda_2 \lambda_3 + \lambda_3},$$

$$\alpha_3 = \frac{\lambda_3}{\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 + \lambda_2 \lambda_3 + \lambda_3},$$

$$\lambda_3 = 1.$$

Лекция №16

Групповые системы принятия решений

Процесс принятия решения имеет тот же характер, что и процесс принятия управленческого решения. В нем можно выделить следующие этапы (рис. 4.1).

I. Анализ проектной ситуации и постановка проблем.

II. Формирование и выбор вариантов решений.

III. Организация выполнения решений.

IV. Обобщение опыта решения проблем. Рассмотрим особенности задач, возникающих на каждом этапе принятия проектного решения.

Проектная ситуация как таковая характеризуется множеством целей и ресурсов, причем цели формируются, как правило, с учетом характеристик качества проекта. Процесс проектирования разбивается на ряд этапов: разработка технического задания (ТЗ), эскизный проект и т. д. (рис. 4.2), обладающих своей спецификой в смысле принятия решения. Наибольший эффект поддержка принятия решения имеет на первых стадиях проектирования — стадиях предпроектных научно-исследовательских работ (НИР) и разработки ТЗ, что объясняется прежде всего высокой степенью неопределенности в постановке и прогнозировании последствий принятия решений на этих стадиях.

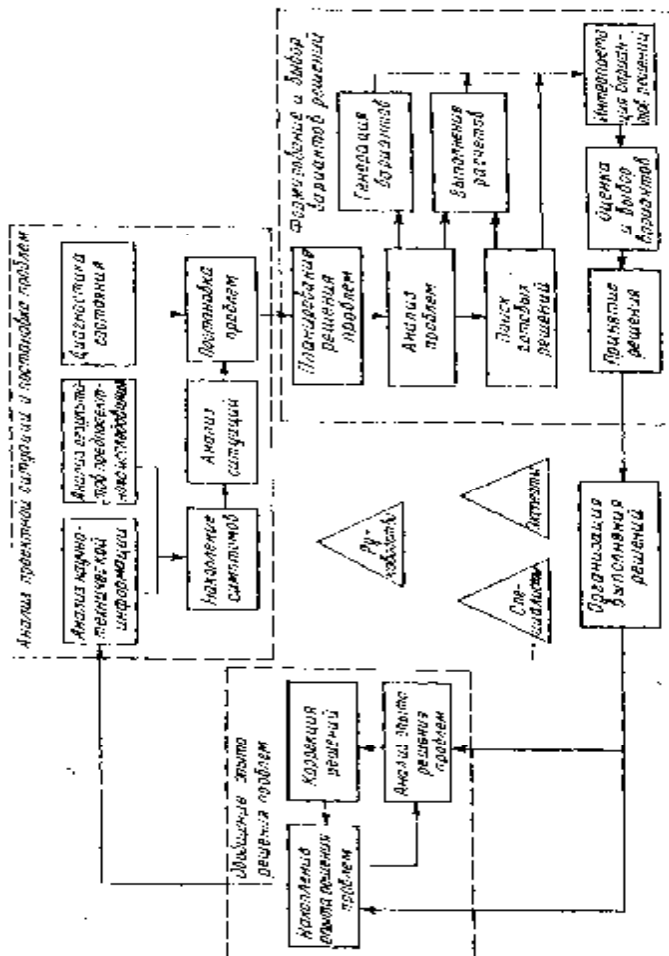


Рис. 4.1. Этапы процесса принятия проектных решений

Типичная проблемная проектная ситуация, требующая поддержки принятия решения, возникает в условиях реконструкции предприятия. Множество симптомов (см. п. 2.1), будучи расклассифицированными и проанализированными, дают возможность определить направления поиска разрешения ситуации в виде, например, ввода новых мощностей, автоматизации ряда технологических процессов, перестройки организационной структуры. Системная разработка всего комплекса нововведений

является в общем случае задачей чрезвычайной сложности. Постановка проблем здесь даже в форме задач по определению вариантов технологического парка требует анализа новых технологий, условий сбыта продукции, четкой формулировки целей внедрения оборудования с введением соответствующих критериев качества.

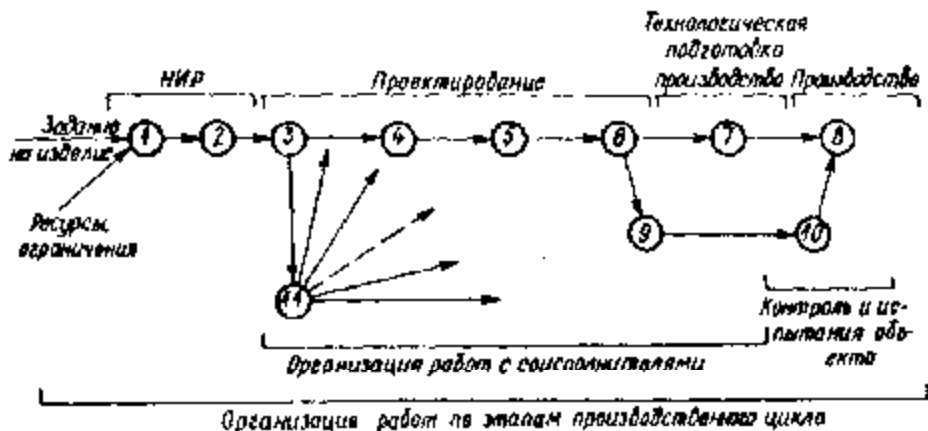


Рис. 4.2. Структура работ по стадиям производственного цикла:

- 1 — разработка концепции изделия; 2 — разработка облика изделия;
- 3 — разработка ТЗ, 4 — эскизный проект; 5 — технический проект;
- 6 — рабочий проект; 7 — разработка технологических процессов;
- 8 — производство продукции; 9 — изготовление опытной партии;
- 10 — испытания изделия; 11 — разработка частных ТЗ для исполнителей

Следующий большой этап — формирование и выбор вариантов решений - связан в этом случае с формированием концепции проектного решения, генерацией вариантов структур новых производств, определением их количественных характеристик, анализом осуществимости проектов с учетом ограничений на ресурсы и сроки и, наконец, с оценкой эффективности вариантов по выбранным ранее показателям качества путем имитационного моделирования. Организация выполнения решений в условиях рассматриваемого примера связана с планированием соответствующих работ, разработкой заказных ведомостей на оборудование, созданием рабочих групп и т. д.

На этом этапе важную роль играют системы автоматизированного проектирования и автоматизированного организационного управления процессом разработки и создания объекта. Информация о проектных и технических характеристиках обобщается и анализируется в целях коррекции будущей стратегии проектирования аналогичных объектов и накопления знаний.

Процесс принятия решения руководителем происходит, очевидно, в невероятно грудной ситуации, даже если последним обладает очень высокой квалификацией и широко эрудирован как в вопросах техники, так и экономики.

Актуальность автоматизации поддержки решений здесь очевидна, однако трудность создания соответствующих систем пропорциональна трудностям процесса принятия решения. Фиксация последовательности этапов принятия решения еще не есть технология этого процесса, однако проведенный анализ дает возможность констатировать, что здесь требуется реализация информационной и вычислительной поддержки решений, причем архитектура системы поддержки проектных решений (СППР) определяется взаимодействием расчетно-логического блока с базами данных, знаний, моделей.

Реализация СППР существенно опирается на особенности предметной области и разработанные для нее методы, алгоритмы и программы

Общая характеристика

Одной из первых систем поддержки решений была созданная в 1905 г. *система NAPSS [98]*, предназначенная для решения задач численного анализа. Эта система представляет собой совокупность некоторого набора алгоритмов и системы правил, которые позволяют выбрать те или иные способы решения задачи, стоящей перед проектировщиком. Система рассчитана на неподготовленного пользователя. Она снабжена относительно

простым языком (высоком) уровня ДЛЯ формулировки задач, а также автоматизированной системой отбора алгоритмов, позволяющей осуществить анализ задачи, поиск путей ее решения, исследование трудностей, возможных в процессе решения, и выбор способов оформления результатов.

Проблемно ориентированный язык, реализованный в системе NAPSS, объединяет алгоритмические языки Фортран Алгол и ПИ, которые позволяют полностью описать задачи, а также соответствующие процедуры, необходимые для их решения: интегрирование, дифференцирование, алгебраические и дифференциальные уравнения. Система NAPSS может быть использована как в режиме реального времени так и в пакетном режиме при решении задач проектирования: сложных технических систем.

Большой практический интерес представляет *СИСТЕМА SODA*, предназначенная для проектирования систем обработки информации. Система SODA образует полный комплекс программ, которые позволяют определить конфигурацию аппаратного и программного обеспечения, необходимую для решения определенного круга задач по обработке информации.

Система SODA включает в себя четыре основных компонента: 1) язык команд; 2) анализатор команд; 3) генератор альтернатив; 4) блок оценки качества.

Первый и второй компоненты обеспечивают внутрисистемное описание и анализ требований пользователя по организации в проектируемой системе процессов обработки информации. Важно отметить, что блок «анализатор команд» позволяет осуществить обратную связь, что дает возможность уточнить постановку задачи и выдвигаемые пользователем требования к проектируемой системе.

Генератор альтернатив формирует некоторое множество семантических сетей, которые представляют собой совместное описание процессов и данных, необходимых для решения поставленной задачи обработки информации. Фактически этот блок является средством виртуального уровня проектирования информационной системы, т. е. обеспечивает представление постановки задачи в форме, допускающей ее покомпонентную реализацию средствами аппаратного обеспечения.

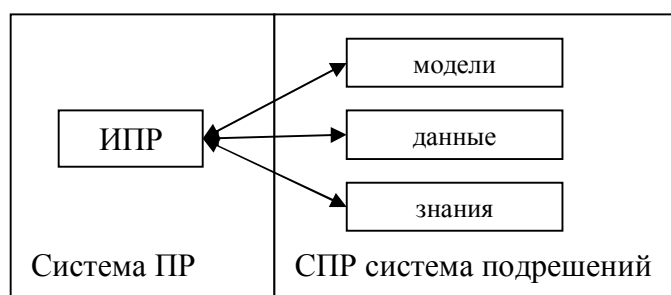
Генератор альтернатив реализуется процедурой, которая позволяет перейти на физический уровень проектирования системы, т. е. выбрать для реализации различных виртуальных компонентов проектируемой системы процессор, объем памяти, устройства дополнительной памяти и т. д. Эта процедура позволяет также составить спецификацию альтернативных проектов структуры системы, а также структуры внутрисистемного программного обеспечения. В результате обращения к генератору альтернатив проектируется конфигурация вычислительного оборудования в соответствии с теми требованиями, которые поставлены пользователем системы

SODA. При этом используется ряд моделей, которые позволяют оценить временные факторы, определяющие динамику выбранного варианта конфигурации аппаратного и программного обеспечения системы в соответствии с файлом данных, характеризующих работу соответствующих компонентов. Для реализации таких моделей организуется обращение к банку данных проекта, а также к библиотеке (каталогу) средств аппаратного и программного обеспечения, имеющейся в распоряжении пользователя системы SODA.

Лекция №17

Интеллектуальные поддержки решения создания автоматизированных систем ПР.

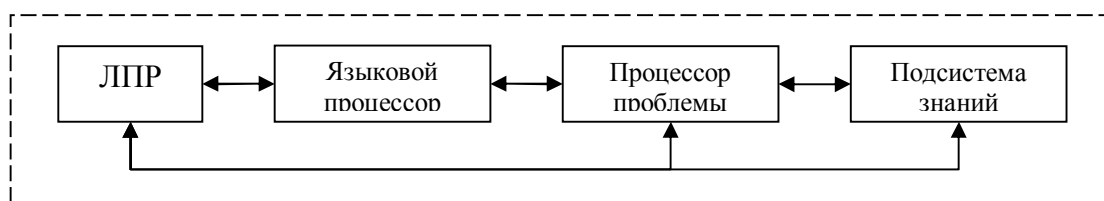
Связано с развитием методов и средств искусственного интеллекта (ИИ). В области ИИ разработаны идеи касательно решения логических проблем, при этом речь идёт о полуструктурированных и неструктурированных проблемах и это даёт возможность перенести идеи из области ИИ в область ПР и в этом случае схема взаимодействия ЛПП в системе ПР выглядит специальным образом.



Концепция автоматизируемой системы поддержки управление решений построен с использованием идей из области ИИ имеет три основных компонента:

1. языковой процессор
2. процессор проблем
3. подсистема знаний.

Такая структура в общем виде не предполагает наличие ЭВМ.



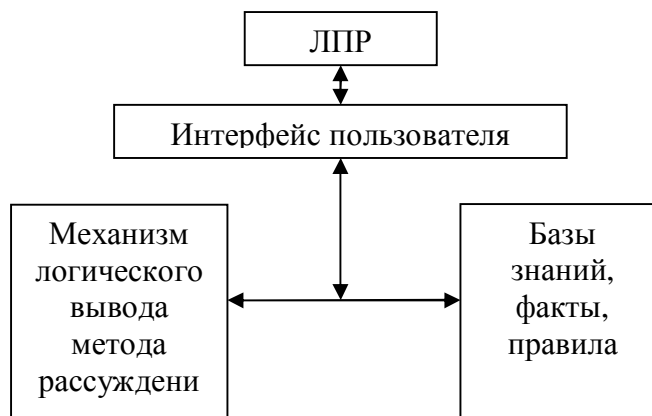
Языковой процессор представляет собой совокупность всех лингвистических средств предоставляемых системой распространения ЛПП. В их число могут входить языки разных типов, предназначенных для управления, как данными, так и вычислениями. Очень развитый языковой процессор должен учитывать как тонкости грамматики, так и синтаксиса естественного языка и способности человека. Поэтому этот процессор должен обладать возможностью накопления и использования сверх больших объёмов знаний и возможные обращения.

Языковой процессор является интеллектуальным интерфейсом или блоком взаимодействия человека с системой, оставаясь её ядром.

Подсистема знаний представляет собой организованную совокупность знаний системы в проблемной области. Эти знания содержат большие объёмы фактов и отношений между ними

Основная функция процессора проблем заключается в получении от языкового процессора сообщений касательно проблем ситуации. Извлечение из подсистемы знаний о данной проблемной ситуации и получение выводов рассматриваемых как рекомендации и решению проблемы. Язык общения с пользователем должен быть как можно проще, а способы представления знаний всё более усложнёнными. Эти тенденции представляют повышение требований к процессору проблем как к транслятору проблем, как к транслятору описания проблемных ситуаций.

Другая концепция интеллектуальной поддержки решений связана с понятием экспертной поддержки решений. Эти системы предназначены для представления в концентрированном виде знаний о предметной области путём программирования соответствующего опыта эксперта специалиста и накопления знаний из литературы об архитектуре типичной ЭС.



Типичная реализация автоматизированной СПР интеллектуального типа связана с появлением ЭВМ пятого поколения, в которых реализованы языки высокого уровня, распространены базы данных.

Лекция №18

Виды поддержки проектных решений

Знания в СППР делятся на фактические (декларативные), процедурные и управляющие. Последние два типа образуют модели, взаимодействие которых с декларативными знаниями, называемыми далее просто данными, приводит к выработке решений.

Организация знаний в системе осуществляется с помощью некоторого формализма, который включает в себя совокупность структур, служащих для представления знаний и механизма вывода, позволяющего использовать знания для обеспечения принятия решений, объяснения выводов, порожденных системой, решения конкретных задач. Приведем примеры наиболее известных формализмов.

1. Логика клзов Хорна: знания представляются в терминах отношений и логических связей. Механизм вывода организован по принципу поиска в глубину с возвратом.
2. Правила продукций: знания представляются в терминах соотношений, связывающих ситуации и действия. Механизм вывода основан на оценке ситуации по некоторому условию и выполнении соответствующего этой оценке действия.

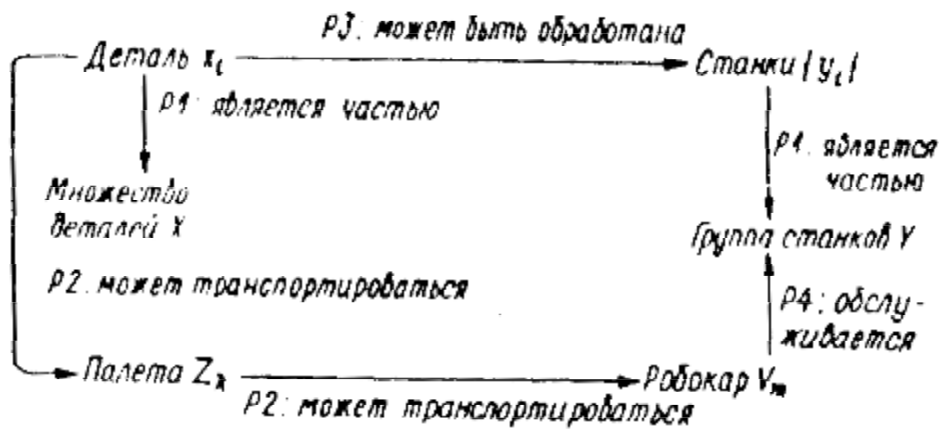


Рис. 4.10. Пример семантической сети

3. Семантические сети: знания представляются посредством сетей и правил перевода в них. Механизм вывода основан на построении путей на сетях, соответствующих решаемой задаче.

Представление данных с помощью указанных формализмов, а также с использованием фреймов широко освещено в литературе [25, 41, 62]. Существуют способы интеграции знаний в их рамках, созданы языки, так или иначе на них ориентированные.

Пример представления данных с помощью семантической сети дан на рис. 4.10. При описании технологического процесса будем изображать участвующие в нем объекты вершинами сети, а существующие между этими объектами связи — дугами. Имена этих дуг ($P_1 - P_4$) отражают характер (тип) связей.

Использование семантических сетей может оказаться целесообразным при описании базы данных, а также при исследовании конкретной задачи: содержательная трактовка зависимостей, как это видно на представленном примере, позволяет описать проектную ситуацию, а манипулирование с данными, фигурирующими в сети, получить требуемые по ходу процесса проектирования факты.

Аналогичные возможности имеют и другие методы представления знаний. Важно отметить, однако, что представлять необходимо и модели самого процесса организации поддержки решений. В общем случае этот процесс не определяется полностью объектами, составляющими содержание задачи, т. е. не сводится к организации вычислений на

моделях, представляющих объект проектирования. К этим моделям процесс должен сходиться в результате некоторой довольно сложной процедуры анализа проблемной ситуации. Сама процедура, тем не менее, может быть построена на системе взаимодействующих семантических сетей, основанных на тех же принципах, с расширенным множеством типов объектов и связей.

Пусть требуется определить, например, возможные технологические маршруты обработки детали x_i с учетом межоперационной транспортировки. Исходной информацией может служить технологическая карта, представляемая СТСО детали, и сеть, описывающая варианты транспортировки (сеть вида приведенной на рис. 4.10). Соотношение сетей (СТСО это тоже семантическая сеть) позволяет сделать заключение о том, что деталь x_i может быть обработана на станках $\{y_j\}$, обслуживаемых роботами V_m , предназначенными для транспортировки налет Z_R .

Выбор способа представления знаний определяется их структурой и составом, инструментальными средствами, задачами и ситуациями, характерными для проектируемой СППР. В ряде случаев знания могут быть представлены тем же способом, что и модели. Показательный пример представление технологических знаний и моделей в системах поддержки проектирования автоматизированных производств (СПИ АП). Основой соответствующего формализма может служить понятие модифицированной структурно-технологической схемы обработки (СТСО) деталей.

СТСО (ГОСТ 14.416-83) представляет собой фактически семантическую сеть с графом $\Gamma = (U, I)$, где U - множество вершин технологических операций; I - множество дуг, определяющих их очередность. Модификация СТСО осуществляется добавлением к ней (как к графу ассоциированного объекта) множества X требований к выполнению операций, поставленного в соответствие множеству U по правилу

$$u_i \rightarrow x_i; u_i \in U; x_i \in X.$$

Введение такой структуры обусловлено удобством манипулирования с соответствующими понятиями в процессе решения задач анализа и выбора состава оборудования. Аналогичным образом формируется описание процесса обработки данных в информационно-управляющей системе (ИУС). С точки зрения представления знаний структура — это семантическая сеть с двумя видами вершин, представляющих собой операции и требования к их выполнению.

Преобразование сетей в процессе проектирования ГПС сводится к операциям объединения и вложения графов, факторизации, стягивания и дробления вершин, которые являются в определенном смысле базовыми при разработке соответствующих вычислительных процедур (табл. 4.1). Основные требования при преобразованиях — сохранение очередности

Реализация возможностей СППР, рассмотренных в гл. 4, связывается в настоящее время с данными, моделями и средствами поддержки их взаимодействия с пользователем (парадигма «диалог данные - модель»). Эти компоненты появились, как подмечено в работе [120], в результате эволюции данных и моделей в процессе развития программных средств.

Данные первоначально использовались в виде файлов непосредственно в составе программы. Затем появились файловые системы с возможностью обращения к ним из нескольких программ. Следующий этап эволюции — появление систем управления базами данных, обеспечивших полное разделение программ и данных. Затем были разработаны языки запросов и генераторы отчетов, позволившие обращаться к базам данных специалистам непрограммистам, т. е. конечным пользователям.

Аналогичный процесс эволюции претерпели модели. Сначала это были математические модели вида уравнений-неравенств, затем стали возможными компьютерные вычисления на них моделях. Новый этап развития моделей — появление

собственно компьютерных моделей, когда компьютерная программа сама стала моделью, а не средством вычисления характеристик модели. Пример системы имитационного моделирования, системы символьных вычислений и т. д. Усложнение исследовательских задач привело к появлению пакетов программ моделирования моделирующих систем (системы статистического анализа и др.). Наконец, ориентация на конечного пользователя привела к созданию средств интерактивного моделирования.

Можно констатировать сходимость обоих процессов эволюции к указанным компонентам СППР (рис. 5.1). Рассмотрим некоторые особенности таких компонентов.

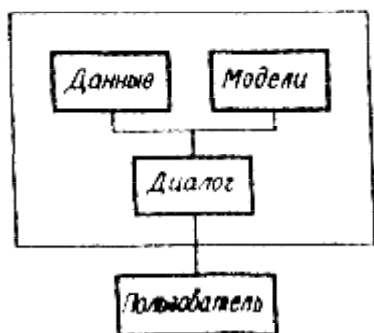


Рис. 5.1. Концепция СППР: данные и модели — основа системы

Базы данных. В основе построения баз данных лежит структурирование данных. Структурирование — основное понятие, которое выделяет базу данных из класса файловых систем, имеющих распространение и использование, в частности в САПР. Обычно различают логическое и физическое описание, т. е. представление данных с точки зрения вычислительной системы. И в том, и в другом случаях вводят следующие понятия:

- элемент данных* — наименьшая единица данных, имеющая идентификатор;
- сегмент данных* — совокупность элементов данных;
- логическая запись* — совокупность элементов и сегментов данных;

файл — совокупность экземпляров логических записей;

физическая запись — элементарная единица данных, которая может быть записана или считана одной командой ввода-вывода ЭВМ;

набор данных — совокупность физических записей. В этой терминологии *база данных* может быть определена как совокупность различных типов записей и отношений между элементами, записями и сегментами данных.

Из рассмотренного определения базы данных следует, что до ее проектирования и использования информация об объектах, которая должна храниться в базе данных, должна быть предварительно структурирована. Другими словами, предварительно требуется, чтобы каждый представленный в базе данных объект имел определенную совокупность описывающих его атрибутов. Кроме того, требуется, чтобы существовали правила, позволяющие сопоставить эти атрибуты.

Структурирование данных связано с использованием одной из трех моделей данных: реляционной, иерархической и сетевой. Особенности и способы реализации этих моделей хорошо освещены в литературе [22, 60]. В силу концептуальной прозрачности и простоты, а также возможности использования теоретико-множественных операций и реляционной алгебры [40] реляционная модель наиболее популярна, в том числе в системах поддержки решений. Для этого типа модели созданы развитые языки высокого уровня, позволяющие формулировать запросы на данные, представленные средствами реляционной модели, т. е. в виде таблиц. Извлечение данных в СППР осуществляется при этом очень просто, с использованием фактически трех элементарных операторов: ВЫБОР, ОБЪЕДИНЕНИЕ, ПРОЕКЦИЯ.

На языке запросов SQL СУБД System R запрос имеет вид:

SELECT (список атрибутов)

FROM (отношение)

WHERE (условие)

Например, запрос «Перечислить наименование деталей, входящих в состав изделия N» реализуется следующим образом:

SELECT наименование, часть

FROM изделие

WHERE изделие

На известном языке манипулирования данными QBE (Query-By-Example) запрос имеет табличную форму.

Так, содержание запроса предыдущего примера можно проиллюстрировать таблицей

ИЗДЕЛИЕ -N	ДЕТАЛЬ -ЧАСТИ -N	НАЗВАНИЕ-ЧАСТИ
------------	------------------	----------------

...

Таблица заполняется соответствующими содержанию запроса константами и переменными. Ответ на запрос формируется системой в форме такой же таблицы.

Языки запросов, выступая в ряде случаев в виде обычных языков программирования, предоставляют пользователю дополнительные возможности арифметических вычислений, использования команд присваивания, печати и др. Однако пользователь лишь в редких случаях имеет возможность ограничиться применением языков запросов СУБД и СУБМ. Это объясняется прежде всего сложностью решаемой задачи, недостаточной квалификацией пользователя как программиста. Для поиска самого характера запроса ему часто требуется помощь, организация которой не менее сложна, чем осуществление поиска в базах данных.

Модели. Рассмотрим теперь проблемы использования моделей в СППР. Вообще говоря, нужно различать два типа моделей: модели *исследуемых объектов* (процессов) и модели *принятия решений*, связанные с организацией их поиска. Модель второго типа реализуется по двухуровневой схеме. Подмодель первого уровня строится непосредственно на базе модели объекта, это прежде всего оптимизирующие стратегии экспериментирования с объектом, а также вычисления, связанные с реализацией

процессов типа “цель — поиск” или процессов с использованием конструкций “что — если”. Второй уровень связан с реализацией указанной в п. 4.1 технологии поддержки принятия решения, т. е. с реализацией схемы: [Постановка проблемы] → [Анализ проблемы] → [Выбор]. Модели второго уровня реализуются специальными средствами, например блоком когнитивной поддержки (рис. 5.2). Модели объекта можно условно разделить на два класса.

Первый класс — *формальные модели*, выраженные, как правило, средствами математики. Это модели, описывающие структурные и динамические свойства

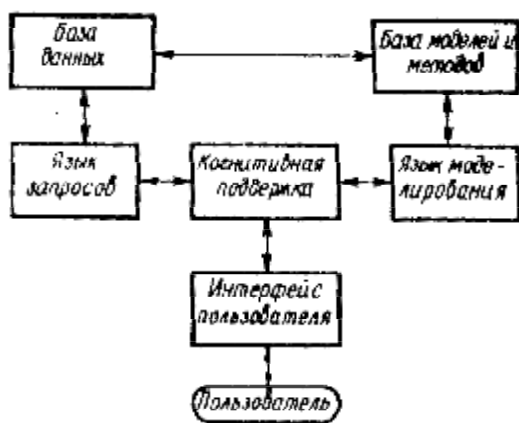


Рис. 5.2. Блок когнитивной поддержки в СППР

проектируемых объектов, их экономические характеристики и т. д. Модели данного класса выражают взгляд на объект или явление извне, когда они рассматриваются как черный ящик.

В противоположность этому модели второго класса, *основанные на процессах или правилах*, не опираются на представление явлений уравнениями. Они основаны на понятиях «объект» (сущность), «атрибут», «сценарий». С объектом ассоциируется совокупность атрибутов. В качестве объекта может выступать, например, совокупность моделей станков в ГПС, атрибутами служат: при описании технологической структуры системы — паспортные данные станков, при описании динамики ~ параметры, характеризующие динамические свойства системы (характеристики деталей операций, производительность транспортных средств и т. д.). Сценарий содержит правила

преобразования объектов и условия, при которых эти преобразования осуществляются. Реализовать сценарий можно двумя способами: декларативным, например средствами логики предикатов, и процедурным, используя соответствующие языки программирования, например язык Симула-67.

Языки моделирования, подобные Симуле-67, используются для имитации функционирования проектируемой системы (изделия).

Рассмотрим кратко применение имитационного моделирования на примере проектирования ГПС. Основные этапы исследования системы следующие (рис. 5.3). Сначала на основе анализа варианта состава технологического комплекса ГПС определяют элементарные объекты, которые будут являться компонентами имитационной модели. Затем находят необходимые атрибуты: данные о номенклатуре деталей, продолжительности их обработки, технологическом маршруте и т. д. Затем на основании указанной информации формируются сама модель (на том языке, который предусмотрен используемой системой имитационного моделирования) и массивы данных, обеспечивающие возможность проведения процесса моделирования. После этого проверяют модель на ее адекватность моделируемой производственной системе.

Следующие этапы связаны непосредственно с планированием и осуществлением имитационных экспериментов, по их результатам оценивают искомые параметры проектируемой ГПС.

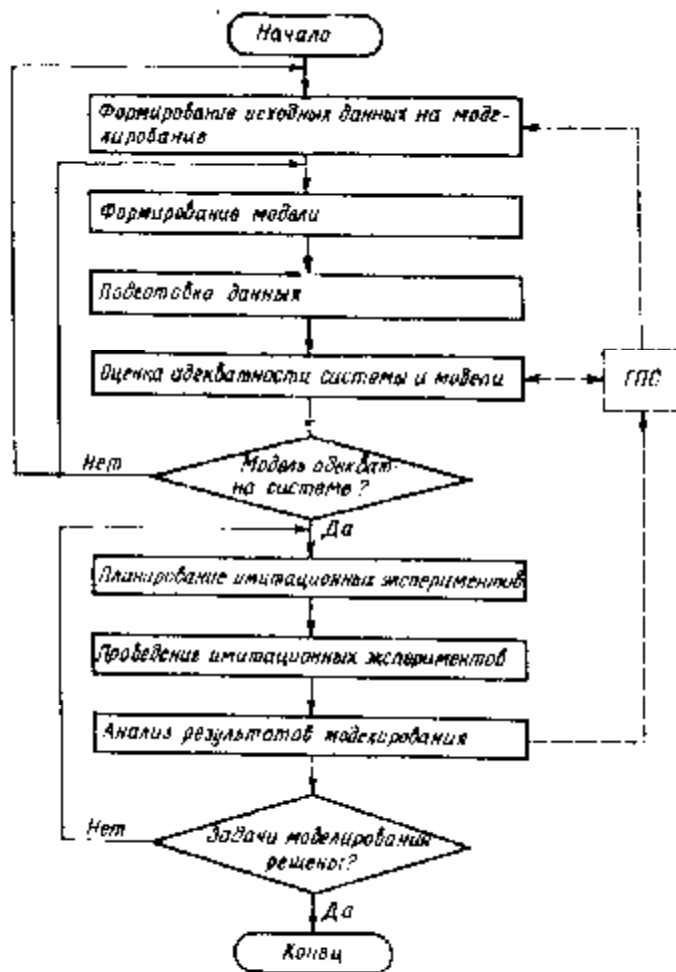


Рис. 5.3. Алгоритм исследования ГПС с помощью имитационного моделирования

Для конкретизации схемы проведения имитационного моделирования рассмотрим процесс представления системы в ЭВМ, характерный для системы имитационного моделирования Симула-67, использующей язык событий.

Компоненты ГПС (станки, накопители, роботы и т. д.) характеризуются набором атрибутов (табл. 5.1).

Атрибуты участвуют в формировании процессов взаимодействия компонентов ГПС. Результатом взаимодействия являются события. Примеры событий: деталь загружается в станок, деталь сходит со станка, робот берет палету с транспортного устройства и т. п.

Другими объектами, с которыми оперирует система моделирования, являются действия (деталь ждет, станок обрабатывает деталь и т. д.) и отношения. Отношения отражают прежде всего порядок выполнения технологических операций в ГПС. Кроме того, сюда же относится назначение деталей к накопителям, распределение приоритетов при обработке деталей и т. д. Действия изменяют атрибуты системы и, следовательно, ее состояние.

Если порядок следования событий заранее непредсказуем, то они реализуются с помощью введения случайных процессов (обычно простейших). Подготовка данных к моделированию включает в себя анализ исходных требований и формирование указанных массивов. Эта часть работы с трудом поддается автоматизации и практически целиком ложится на плечи проектировщиков.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»(СГАУ)

Засканов В. Г., Иванов Д. Ю., Гришанов Г.М.

Системы поддержки принятия решений

Методические указания к практическим занятиям

**Самара
2013**

Засканов В.Г., Иванов Д.Ю., Гришанов Г.М.

Системы поддержки принятия решений [Электронный ресурс] : метод. указания к практическим занятиям / В. Г. Засканов, Д. Ю. Иванов, Г. М. Гришанов; М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т).-Электрон. текстовые и граф. дан.(1,2МБайт) - Самара, 2013.

Методические указания содержат задания к практическим занятиям по курсу «Системы поддержки принятия решений», состоящие в разработке и экономическом анализе решений оптимизационных и эконометрических моделей, уровень сложности которых сопоставим с несложными приложениями математических методов при решении реальных управленческих задач. Отрабатывается формирование производственной программы и инвестиционного портфеля в условиях неопределённости, оценивание параметров эконометрической модели с использованием метода максимальной энтропии, применение теории массового обслуживания для обоснования капитальных вложений в объекты инфраструктуры, формирование инвестиционных программ с целью достижения положительного эффекта взаимодействия входящих в них проектов. Студенты бакалавры, выполнившие предлагаемые практические задания, приобретают навыки математической формализации управленческих задач рассмотренных классов и подготовки управленческих решений на основе проведённых расчётов.

Электронный курс предназначен для студентов факультета экономики и управления, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 080500.62 «Бизнес-информатика», изучающих дисциплину «Системы поддержки принятия решений» в 6 семестре.

Курс разработан на кафедре организации производства.

Введение

Цикл заданий, содержащихся в данном издании, предназначен для проведения практикума по курсу «Системы поддержки принятия решений» объёмом 18 часов аудиторных занятий. Предполагается, что на выполнение практикума затрачивается примерно треть времени аудиторных занятий по данному курсу — в среднем по 2 часа на одно занятие. Объём самостоятельной работы на персональных ЭВМ, необходимый для выполнения задания, должен составлять 200-300% от времени работы в аудитории в зависимости от того, в какой степени обучаемые владеют математическими и инструментальными методами экономики и менеджмента.

В отличие от практикума по родственным курсам бакалавриата — например, по экономико-математическому моделированию — задания, предлагаемые в данной работе, имеют уровень сложности, сопоставимый с простейшими приложениями математических методов в бизнесе и экономике, имеющими реальное практическое значение. Тем не менее, цель заданий ограничивается формированием навыков формулирования и использования для подготовки конкретных хозяйственных решений достаточно сложных математических моделей с использованием имеющихся инструктивных и методических материалов. Приобретение навыков самостоятельного решения оригинальных задач, требующих применения методов моделирования, данным учебным пособием не обеспечивается.

Задания подобраны так, чтобы фундаментальное свойство хозяйственных систем — вероятностный характер их функционирования — было усвоено студентами в возможно более полной мере, допускаемой рамками изучаемого курса, в разнообразных его проявлениях. Выполнив все задания данного цикла, студенты должны выработать стиль мышления, оперирующий экономическими показателями как величинами по самому своему существу неопределёнными, случайными, и отдавать приоритет решениям, обоснованным с помощью методов, явно учитывающих это их свойство.

Практические работы не имеют сквозного характера, выполняются независимо одна от другой и потому могут дополнять практические курсы, построенные на основе учебных материалов других авторов, в том числе по более объёмным курсам.

Студенты должны ознакомиться с содержанием практикума заранее во время самостоятельной подготовки, причём обязательно после освоения теоретического материала (лекций и рекомендуемой литературы) по соот-

ветствующей теме. Если отдельные положения заданий или методических указаний к ним студенту не вполне понятны, он должен обратиться к преподавателю с вопросом до начала лабораторной работы.

Задания по практикуму должны выполняться в компьютерном классе. При этом на одного преподавателя должно приходиться не более десяти-двенадцати студентов. В противном случае эффективность выполнения задания снижается, так как студентам приходится ожидать пояснений преподавателя при возникновении затруднительных ситуаций. Это приводит к неоправданному увеличению затрат времени на самостоятельную подготовку и снижению качества усвоения учебного материала.

Практическое занятие №1.

Формирование производственной программы в условиях неопределённости экономического результата

Цель работы: овладеть практическими навыками применения математических методов оптимизации производственной программы в условиях неопределённости результата.

Приборы и материалы: ПЭВМ; Mathsoft MathCad либо MS Excel и надстройка «Поиск решения».

Задание

1. Разработать оптимальную производственную программу для предприятия пищевой промышленности, отвечающую (*если иное не предусмотрено индивидуальным вариантом к заданию 1*) следующим условиям:
 - ♦ Ассортимент выпускаемой продукции включает пастеризованное молоко, кефир и сметану.
 - ♦ Затраты сырого молока составляют:
 - ♦ На пастеризованное молоко – 1,01 кг/кг;
 - ♦ На кефир – 1,01 кг/кг;
 - ♦ На сметану – 9,45 кг/кг.
 - ♦ Поставщики в состоянии поставить не более 140 ц молока в сутки.
 - ♦ Фасовка молока и кефира осуществляется на автоматизированной линии производительностью 5 ц молока или 6 ц кефира в час. В течение суток линия может эксплуатироваться не более 21 часа.
 - ♦ Фасовка сметаны осуществляется на автоматизированной линии производительностью 30 кг сметаны в час. В течение суток линия может эксплуатироваться не более 16 часов.
 - ♦ Технические условия производства требуют выпускать не менее 90 ц пастеризованного молока и не менее 10 ц кефира в сутки.
 - ♦ Цена реализации пастеризованного молока – 800 руб./ц.
 - ♦ Цена реализации кефира при первом исходе случайных условий (благоприятная конъюнктура) – 1100 руб./ц, при втором (неблагоприятная конъюнктура) – 900 руб./ц.
 - ♦ Цена реализации сметаны при благоприятной конъюнктуре – 5000 руб./ц, при неблагоприятной – 4000 руб./ц.

- ♦ Вероятность благоприятной конъюнктуры – 20%, неблагоприятной – 80%.
 - ♦ План должен обеспечивать максимальную *выручку* от реализации молочной продукции (контракт на поставку молока уже оплачен).
 - ♦ Степень неприятия риска принять равной 0,5 млн.руб.⁻¹, если иное не предписано преподавателем.
2. Получить решения задачи, сформулированной выше, введя новые переменные и (или) ограничения согласно индивидуальному варианту к заданию 2.
 3. Оформить отчёт.

Методические указания по выполнению задания

Для согласования с мерой неприятия риска в качестве единицы измерения выручки следует принять **миллионы рублей**.

Выполняя п.1 задания, следует получить решения задачи математического программирования для всех **девяти** комбинаций параметров, указанных в индивидуальном варианте.

Решать задачу рекомендуется с помощью средства «Поиск решения» табличного процессора Microsoft Excel. Рекомендуемые параметры для процедуры поиска решения: относительная погрешность – $1e-9$, допустимое отклонение – 0,005%, сходимость – $1e-9$. Переключатели «Неотрицательные переменные» и «Автоматическое масштабирование» включить. Установить: оценки – линейные, разности – прямые, метод поиска – Ньютона.

При аварийной остановке вычислительного процесса, обусловленной присвоением некоторой переменной нулевого или отрицательного значения, следует вручную присвоить данной переменной любое положительное значение, после чего возобновить поиск решения.

При получении сообщения «Решение найдено» следует проконтролировать выполнение ограничений.

Чтобы быть уверенным в обнаружении оптимального решения, необходимо получить не менее трёх его вариантов, пользуясь разными начальными значениями переменных задачи. Если различия между значениями переменных и (или) целевой функции превышают 0.5%, следует повторить решение, уменьшив значения параметров «относительная погрешность» и «сходимость» процедуры поиска решения.

Требования к отчёту

Отчёт должен содержать математическую формулировку задач математического программирования, соответствующих заданиям 1 и 2, без указания конкретных значений параметров.

Для каждого решённого варианта задачи отчёт должен содержать следующие данные:

- ♦ результат решения (решение оптимальное; система ограничений несовместна);
- ♦ значения переменных с указанием единиц измерения;
- ♦ оценки (нормированные градиенты) переменных с указанием единиц измерения;
- ♦ отклонения значений ограничений от значения свободного члена (с указанием единиц измерения);
- ♦ множители Лагранжа ограничений с указанием единиц измерения;
- ♦ значение целевой функции с указанием единиц измерения.

Если иное не предписано преподавателем, отчёт сдаётся в электронном виде на дискете или с помощью средств электронных телекоммуникаций.

Литература

Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе : Учеб. пособие для студентов вузов по спец. "Статистика", "Мат. методы в экономике", "Прикл. информатика (по обл.)" / А.М. Дубров, Б.А. Лагоша, Е.Ю. Хрусталева, Т.П. Барановская; Под ред. Б.А. Лагоши. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2003.

Светлов Н.М., Светлова Г.Н. Построение и решение оптимизационных моделей средствами программ MS Excel и XA / РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева. М.: 2005.

Варианты заданий

К заданию 1

1. Затраты молока на производство кефира: 0,75; 1; 1,25 ц/ц. Суточный ресурс рабочего времени автомата для фасовки молока и кефира — 12; 20; 22 ч/сут.
2. Производительность фасовки кефира: 4, 6, 8 ц/ч. Минимальный объём производства молока: 60, 90, 120 ц/сут.
3. Затраты сырого молока на производство пастеризованного молока: 0,65; 0,85; 1,05 ц/ц. Минимальный объём производства кефира: 0; 12,5; 25 ц/сут.
4. Затраты молока на производство сметаны: 9, 11, 15 ц/ц. Суточный ресурс рабочего времени автомата для фасовки молока и кефира — 15; 20; 22 ч/сут.
5. Производительность фасовки сметаны: 0,15; 0,25; 0,4 ц/ч. Минимальный объём производства кефира: 0; 12,5; 25 ц/сут.
6. Затраты сырого молока на производство пастеризованного молока: 0,65; 0,85; 1,05 ц/ц. Максимальный объём поставок сырого молока: 100; 150; 250 ц/сут.
7. Затраты молока на производство сметаны: 9, 11, 13 ц/ц. Цена реализации кефира при неблагоприятной конъюнктуре: 750; 850; 950 руб./ц.
8. Производительность фасовки сметаны: 0,15; 0,25; 0,4 ц/ч. Цена реализации пастеризованного молока: 700; 900; 1100 руб./ц.
9. Затраты сырого молока на производство пастеризованного молока: 0,65; 0,75; 1,05 ц/ц. Цена реализации сметаны при неблагоприятной конъюнктуре: 4000; 4300; 4800 руб./ц.
10. Затраты молока на производство сметаны: 8,5; 10,5; 14 ц/ц. Суточный ресурс рабочего времени автомата для фасовки молока и кефира — 13; 18; 22 ч/сут.
11. Затраты молока на производство кефира: 0,75; 1; 1,25 ц/ц. Цена сметаны при неблагоприятной конъюнктуре: 4000; 4500; 5000 руб./ц.
12. Производительность фасовки сметаны: 0,16; 0,24; 0,35 ц/ч. Суточный ресурс рабочего времени автомата для фасовки молока и кефира — 16; 18; 22 ч/сут.
13. Затраты молока на производство сметаны: 9; 11,5; 13,5 ц/ц. Максимальный объём поставок сырого молока: 100; 175; 250 ц/сут.

14. Цена кефира при неблагоприятной конъюнктуре: 900; 975; 1050 руб./ц. Суточный ресурс рабочего времени автомата для фасовки сметаны — 16; 18; 22 ч/сут.
15. Максимальный объём поставок сырого молока: 90; 180; 250 ц/сут. Производительность фасовки сметаны: 0,15; 0,25; 0,4 ц/ч.
16. Затраты молока на производство кефира: 0,75; 1; 1,15 ц/ц. Цена сметаны при неблагоприятной конъюнктуре: 4000; 4300; 5000 руб./ц.
17. Минимальный объём производства молока: 50; 80; 135 ц/сут. Затраты молока на производство кефира: 0,75; 1,05; 1,2 ц/ц.
18. Максимальный объём поставок сырого молока: 95; 130; 250 ц/сут. Затраты сырого молока на производство пастеризованного молока: 0,7; 0,85; 1,05 ц/ц.
19. Минимальный объём производства кефира: 10; 12; 25 ц/сут. Производительность фасовки сметаны: 0,15; 0,25; 0,35 ц/ч.
20. Производительность фасовки кефира: 4, 6, 8 ц/ч. Минимальный объём производства молока: 60; 85; 120 ц/сут.

К заданию 2

1. Дополнительный вид продукции — творог. Цена — 5200 руб./ц. Затраты сырого молока — 17 ц/ц. Производительность фасовки на специальном оборудовании — 0,8 ц/ч. Оборудование может работать 16 ч./сут.
2. Дополнительный вид продукции — йогурт. Цена — 2200 руб./ц. Затраты сырого молока — 0,9 ц/ц. Производительность фасовки на оборудовании для фасовки сметаны — 0,2 ц/ч. Минимальный выпуск — 5 ц/сут.
3. Дополнительный вид продукции — творожные сырки. Цена — 7200 руб./ц. Затраты сырого молока — 15 ц/ц. Производительность фасовки на специальном оборудовании — 0,2 ц/ч. Оборудование может работать 16 ч./сут.
4. Дополнительный вид продукции — кефир обезжиренный. Цена — 770 руб./ц. Затраты сырого молока — 0,3 ц/ц. Производительность фасовки на оборудовании для фасовки кефира — 6 ц/ч. Суммарный минимальный выпуск кефира обоих видов — 10 ц/сут. (минимальный выпуск кефира жирного не регламентируется).
5. Дополнительный вид продукции — творог. Цена — 5500 руб./ц. Затраты сырого молока — 18 ц/ц. Производительность фасовки на специ-

- альном оборудовании — 0,3 ц/ч. Оборудование может работать 16 ч./сут.
6. Дополнительный вид продукции — йогурт. Цена — 2000 руб./ц. Затраты сырого молока — 0,8 ц/ц. Производительность фасовки на оборудовании для фасовки сметаны — 0,2 ц/ч. Минимальный выпуск — 3 ц/сут.
 7. Дополнительный вид продукции — творожные сырки. Цена — 7800 руб./ц. Затраты сырого молока — 14 ц/ц. Производительность фасовки на специальном оборудовании — 0,25 ц/ч. Оборудование может работать 18 ч./сут.
 8. Дополнительный вид продукции — кефир обезжиренный. Цена — 790 руб./ц. Затраты сырого молока — 0,31 ц/ц. Производительность фасовки на оборудовании для фасовки кефира — 6 ц/ч. Суммарный минимальный выпуск кефира обоих видов — 8 ц/сут. (минимальный выпуск кефира жирного не регламентируется).
 9. Дополнительный вид продукции — творог. Цена — 5300 руб./ц. Затраты сырого молока — 17 ц/ц. Производительность фасовки на специальном оборудовании — 0,4 ц/ч. Оборудование может работать 16 ч./сут.
 10. Дополнительный вид продукции — йогурт. Цена — 2500 руб./ц. Затраты сырого молока — 0,85 ц/ц. Производительность фасовки на оборудовании для фасовки сметаны — 0,15 ц/ч. Минимальный выпуск — 4 ц/сут.
 11. Дополнительный вид продукции — творожные сырки. Цена — 7500 руб./ц. Затраты сырого молока — 16 ц/ц. Производительность фасовки на специальном оборудовании — 0,25 ц/ч. Оборудование может работать 17 ч./сут.
 12. Дополнительный вид продукции — кефир обезжиренный. Цена — 770 руб./ц. Затраты сырого молока — 0,27 ц/ц. Производительность фасовки на оборудовании для фасовки кефира — 5,5 ц/ч. Суммарный минимальный выпуск кефира обоих видов — 8 ц/сут. (минимальный выпуск кефира жирного не регламентируется).
 13. Дополнительный вид продукции — творог. Цена — 5400 руб./ц. Затраты сырого молока — 13 ц/ц. Производительность фасовки на специальном оборудовании — 0,35 ц/ч. Оборудование может работать 17 ч./сут.
 14. Дополнительный вид продукции — йогурт. Цена — 2750 руб./ц. Затраты сырого молока — 0,95 ц/ц. Производительность фасовки на оборудовании — 0,3 ц/ч. Оборудование может работать 16 ч./сут.

- довании для фасовки сметаны — 0,25 ц/ч. Минимальный выпуск — 5 ц/сут.
15. Дополнительный вид продукции — творожные сырки. Цена — 7700 руб./ц. Затраты сырого молока — 19 ц/ц. Производительность фасовки на специальном оборудовании — 0,2 ц/ч. Оборудование может работать 20 ч./сут.
 16. Дополнительный вид продукции — кефир фруктовый. Цена — 1080 руб./ц. Затраты сырого молока — 0,57 ц/ц. Производительность фасовки на оборудовании для фасовки кефира — 5.5 ц/ч. Суммарный минимальный выпуск кефира обоих видов — 10 ц/сут. (минимальный выпуск кефира без наполнителей не регламентируется).
 17. Дополнительный вид продукции — творог с изюмом. Цена — 6400 руб./ц. Затраты сырого молока — 13 ц/ц. Производительность фасовки на специальном оборудовании — 0,15 ц/ч. Оборудование может работать 18 ч./сут.
 18. Дополнительный вид продукции — молочный коктейль. Цена — 2050 руб./ц. Затраты сырого молока — 0,95 ц/ц. Производительность фасовки на оборудовании для фасовки молока — 0,5 ц/ч. Минимальный выпуск (вместе с молоком) — 85 ц/сут. Выпуск молока не регламентируется.
 19. Дополнительный вид продукции — творожные сырки. Цена — 7300 руб./ц. Затраты сырого молока — 17,5 ц/ц. Производительность фасовки на специальном оборудовании — 0,15 ц/ч. Оборудование может работать 18 ч./сут.
 20. Дополнительный вид продукции — кефир фруктовый. Цена — 1180 руб./ц. Затраты сырого молока — 0,87 ц/ц. Производительность фасовки на оборудовании для фасовки кефира — 6 ц/ч. Суммарный минимальный выпуск кефира обоих видов — 10 ц/сут. (минимальный выпуск кефира без наполнителей не регламентируется).

Практическое занятие №2.

Оптимизация многоэтапного процесса принятия решения о составе инвестиционного портфеля в условиях ценового риска

Цель работы: овладеть практическими навыками применения математических методов оптимизации производственной программы в условиях неопределённости результата.

Приборы и материалы: ПЭВМ; MS Excel и надстройка Sunset Software XA.

Задание

1. Разработать оптимальную структуру инвестиционного портфеля для следующих условий (*которые могут быть переопределены условиями индивидуальных вариантов*):
 - ♦ Имеется 1 000 000 руб. свободных средств, которые могут быть инвестированы в облигации банка «Р., О., Т. Ltd», нефтяные фьючерсы либо акции Нью-Васюковского нефтеперерабатывающего завода (НПЗ).
 - ♦ Источниками дохода являются: для фьючерсов – курсовая прибыль, возникающая при их продаже, для облигаций – фиксированные процентные платежи в размере 8% годовых, для акций – дивиденды.
 - ♦ Доходность нефтяных фьючерсов и акций НПЗ зависит от цен на нефть: чем они выше, тем доходнее фьючерсы и тем меньший доход приносят акции. В текущий момент цена фьючерса составляет 50\$/баррель. Через месяц с вероятностью 75% она составит 65\$/баррель, что приведёт к нулевому размеру дивидендов по акциям НПЗ, а с вероятностью 25% – 40\$/баррель, что обеспечит месячный дивиденд в размере 30 руб. на одну акцию, рыночная стоимость которой составляет 1000 руб. Аналогичная ситуация ожидается через два месяца, при этом вероятности различных уровней цен не зависят от того, какими были цены в предыдущий месяц.
 - ♦ Облигации банка могут быть куплены в текущий момент. В первый месяц также возможна также их покупка (в пределах свободных средств, включая их неизрасходованный остаток и выручку от продажи фьючерсов) и продажа (в пределах количества, приобретённого к текущему моменту). В последний месяц операции с облигациями не планируются, так как они не повлияют на доходы в плановый период, составляющий два месяца (процент не будет начислен).

- ◆ Фьючерсы могут покупаться в пределах остатка инвестиционных средств (за вычетом других инвестиций) только в текущий момент; продаваться (в пределах наличия) спустя один и два месяца.

- ◆ Из-за высоких транзакционных издержек продажа акций НПЗ не предусмотрена, а покупаться они могут в любой период. Приобретя акцию, покупатель получает дивиденд, начисленный за предшествующий месяц.

- ◆ При любой конъюнктуре инвестиционный портфель должен обеспечивать безубыточность по результатам первого и второго месяцев планового периода.

- ◆ Если во втором месяце планового периода нефтяные фьючерсы вырастут, необходимо продать фьючерсы на 100 баррелей нефти Нью-Васюковскому НПЗ по 50\$/баррель (условия соглашения о сотрудничестве).

- ◆ Курс доллара принять равным 27 руб./\$.

- ◆ *Задание повышенной сложности*¹: альтернативная стоимость капитала, определяемая процентом по краткосрочному депозиту в банке «Н.А. Ветер & С° Ltd», составляет 6% годовых. Капитализация процентных доходов производится ежемесячно.

Определить оптимальное первоначальное вложение средств и программу управления инвестиционным портфелем на двухмесячную перспективу.

2. Оформить отчёт.

Методические указания по выполнению задания

В качестве основных переменных модели рекомендуется предусмотреть:

- ◆ Переменные априорного решения: покупка фьючерсов, баррелей; покупка облигаций банка, руб.; покупка акций НПЗ, шт. (целочисленная).

- ◆ Переменные первого апостериорного решения (отдельно для случаев высоких и низких цен нефтяных фьючерсов): продажа фьючерсов, баррелей; продажа/покупка облигаций банка, руб. (без условия неотрицательности); покупка акций НПЗ, шт. (целочисленная).

¹ Как правило, задача решается без учёта изменения стоимости денег во времени. Данное условие учитывается по указанию преподавателя, если на выполнение лабораторной работы выделяется не менее 4 часов аудиторных занятий, либо по инициативе студента (что поощряется более высокой оценкой при защите работы при прочих равных условиях).

- ◆ Переменные второго апостериорного решения (четыре варианта: цены фьючерсов высокие после высоких, высокие после низких, низкие после высоких, низкие после низких): продажа фьючерсов, баррелей; покупка акций НПЗ, шт. (целочисленная).

В целях упрощения математической записи модели при необходимости могут быть введены и другие переменные.

Условия индивидуальных вариантов могут привести к изменению набора переменных.

Основные группы ограничений следующие:

- ◆ Ограничение априорного решения: использование инвестиционных ресурсов.

- ◆ Ограничения первого апостериорного решения (составляются отдельно для обоих вариантов конъюнктуры рынка нефтяных фьючерсов):

- ◆ максимальный объём продажи облигаций;
- ◆ максимальный объём продажи фьючерсов;
- ◆ баланс финансовых ресурсов;
- ◆ условие безубыточности.

- ◆ Ограничения второго апостериорного решения (каждое ограничение составляется в четырёх вариантах: цены фьючерсов высокие после высоких, высокие после низких, низкие после высоких, низкие после низких):

- ◆ максимальный объём продажи фьючерсов;
- ◆ баланс финансовых ресурсов;
- ◆ условие безубыточности.

- ◆ Условия неотрицательности переменных (кроме переменных «продажа/покупка облигаций банка, руб.» в первом апостериорном решении).

- ◆ Условия целочисленности переменных по покупке акций НПЗ¹.

- ◆ Другие ограничения следует вводить по необходимости. Условия индивидуальных вариантов могут привести к изменению набора ограничений.

- ◆

Обратите внимание, что *доходы* от финансовой деятельности, кроме продажи фьючерсов, не направляются на пополнение инвестиционных ре-

¹ По указанию преподавателя условия целочисленности могут не вводиться.

сурсов. Предполагается, что они требуются для финансирования операционной деятельности.

Решая задачу с учётом изменения стоимости денег во времени, при дисконтировании доходов не забудьте, что альтернативная стоимость капитала приводится в процентах годовых, в то время как период планирования составляет два месяца.

Рекомендуется решать задачу с помощью программного средства Sunset Software XA. При решении с помощью надстройки «Поиск решения» MS Excel условие целочисленности можно опустить.

Требования к отчёту

Отчёт должен содержать:

- ♦ математическую формулировку задачи математического программирования;
- ♦ результат решения (решение оптимальное; система ограничений несовместна);
- ♦ значения переменных (с указанием единиц измерения);
- ♦ оценки переменных (с указанием единиц измерения);
- ♦ отклонения значений ограничений от значения свободного члена (с указанием единиц измерения);
- ♦ двойственные оценки ограничений (с указанием единиц измерения);
- ♦ значение целевой функции (с указанием единиц измерения);
- ♦ интерпретацию результата: программу действий по формированию инвестиционного портфеля и управлению им.

Если иное не предписано преподавателем, отчёт сдаётся в электронном виде на дискете или с помощью средств электронных телекоммуникаций.

Литература

Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе : Учеб. пособие для студентов вузов по спец. "Статистика", "Мат. методы в экономике", "Прикл. информатика (по обл.)" / А.М. Дубров, Б.А. Лагоша, Е.Ю. Хрусталева, Т.П. Барановская; Под ред. Б.А. Лагоши. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2003.

Светлов Н.М., Светлова Г.Н. Построение и решение оптимизационных моделей средствами программ MS Excel и XA / РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева. М.: 2005.

Фомин Г.П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности: Учебник. 2-е изд. М.: Финансы и статистика, 2005. – П. 2.2.8.

Варианты заданий

1. Второй месяц, следующий за месяцем с высокой конъюнктурой нефтяных фьючерсов, также будет иметь высокую конъюнктуру.
2. Через месяц после принятия первоначального решения об инвестициях можно будет купить облигаций на сумму не более 500 000 руб.
3. Спустя месяц после принятия первоначального решения об инвестициях облигации можно только продавать.
4. Цена акций НПЗ в месяцы с низкой конъюнктурой нефтяных фьючерсов возрастает на 5%.
5. Цена приобретения нефтяных фьючерсов – 38\$/баррель при благоприятной конъюнктуре и 26\$/баррель при неблагоприятной.
6. Второй месяц, следующий за месяцем с низкой конъюнктурой нефтяных фьючерсов, будет иметь высокую конъюнктуру с вероятностью 40%.
7. По прошествии двух месяцев с низкой конъюнктурой нефтяных фьючерсов их остаток в размере не более 200 баррелей может быть продан ещё месяц спустя по цене 50\$/баррель. Цена нефтяного фьючерса в месяц, следующий за месяцем с низкой конъюнктурой, на 10% выше указанной в условии.
8. Минимальные доходы контролируются только при низкой конъюнктуре рынка нефтяных фьючерсов. В первый месяц планового периода по номиналу можно купить облигаций лишь на 200 000 руб., а сверх того – с наценкой в размере 1,5%.
9. Второй месяц, следующий за месяцем с высокой конъюнктурой нефтяных фьючерсов, будет иметь низкую конъюнктуру с вероятностью 10%.
10. Альтернативная стоимость капитала составляет 12% годовых.
11. Спустя месяц после принятия решения облигации можно только покупать.
12. Через месяц после принятия первоначального решения об инвестициях можно будет купить облигации лишь с наценкой в размере 0,5%.
13. Минимальный доход в последнем месяце не должен составить менее 10 000 руб.

14. Спустя месяц после принятия решения облигации можно только продавать. Альтернативная стоимость капитала составляет 7% годовых.
15. Минимальные доходы контролируются только при высокой конъюнктуре рынка нефтяных фьючерсов. В первый месяц планового периода фьючерсы на 100 баррелей могут быть проданы по ценам выше среднерыночных на 10%.
16. По прошествии двух месяцев с низкой конъюнктурой нефтяных фьючерсов их остаток в размере не более 100 баррелей может быть продан ещё месяц спустя по цене 50\$/баррель. Цена покупки нефтяного фьючерса составляет 40\$/баррель.
17. Спустя месяц после принятия решения облигации можно только покупать. Альтернативная стоимость капитала составляет 8% годовых.
18. Цена акций НПЗ в месяцы с высокой конъюнктурой нефтяных фьючерсов снижается на 10%.
19. В первый месяц планового периода нельзя продать более трети имеющихся фьючерсов.
20. В месяцы с высокой конъюнктурой нельзя продать более половины имеющихся фьючерсов.

Практическое занятие №3.

Оценивание ненаблюдаемых параметров математической модели потребительского спроса при малом числе зарегистрированных сделок

Цель работы: овладеть практическими навыками оценивания параметров моделей продаж при недостаточном количестве наблюдений с использованием метода максимальной энтропии.

Приборы и материалы: ПЭВМ; MS Excel, надстройка «Поиск решения».

Описание учебной ситуации

ЗАО «Snark» является единственным поставщиком двух видов товаров в четыре торговые точки. Для оптимизации производства и сбыта товаров перед только что принятым на работу заместителем директора по сбыту поставлена задача обосновать оптимальные цены и объёмы продаж для каждой торговой точки в отдельности. Принимая задание к исполнению, специалист запросил данные о продажах продукции в предшествующие периоды. Данные были ему предоставлены (табл. 1). Известно также, что данные торговые точки не торгуют товарами, конкурирующими с продукцией ЗАО «Snark» либо комплементарными им.

В условиях отсутствия какой-либо другой информации о продажах и о влияющих на них факторах специалист решил опробовать одну из простейших моделей сбыта, согласно которой общий доход, выделяемый потребителями на покупку продукции ЗАО «Snark», зависит только от времени покупки и от торговой точки, где она совершена. Так дело может обстоять в случае, если все потенциальные покупатели каждой торговой точки вполне информированы о потребительских свойствах продукции ЗАО «Snark», а другие торговые точки, куда эти покупатели могут обратиться без существенных транзакционных издержек, не продают аналогов этой продукции. Кроме того, осмотрев образцы продукции и ознакомившись с их использованием, заместитель директора по маркетингу счёл возможным считать их комплементарными: хотя каждый вид продукции может быть использован независимо от другого, при совместном использовании они приобретают дополнительные потребительские свойства.

Данные индивидуальных вариантов заданий к лабораторной работе №3

Номер наблюдения	Квартал	Торговый дом	Продукт 1		Продукт 2	
			Цена, у.е.	Продано, шт.	Цена, у.е.	Продано, шт.
1	январь-март	1	30	52	40	30
2		2	35	54	40	12
3		3	37	55	42	12
4		4	30	78	35	9
5	апрель-июнь	1	33	55	40	17
6		2	36	66	38	10
7		3	37	51	42	12
8		4	32	90	35	8
9	июль-сентябрь	1	36	70	39	28
10		2	36	71	38	10
11		3	37	55	42	11
12		4	33	98	40	9
13	октябрь-декабрь	1	40	66	40	39
14		2	40	77	41	14
15		3	40	60	40	16
16		4	35	112	45	8

На этих основаниях он сформулировал следующую математическую модель:

$$w_{1n}x_{1n} + w_{2n}x_{2n} = a_0 + a_1d_{1n} + a_2d_{2n} + a_3d_{3n} + a_4d_{4n} + a_5t_n + e_n;$$

$$x_{1n} = b_1x_{2n} - b_2(w_{1n} / w_{2n}) + f_n,$$

где w_1 и w_2 – цены соответствующих видов продукции ЗАО «Snark»; x_{1n} и x_{2n} – объёмы их реализации, соответствующие наблюдению n ; t_n – момент времени, соответствующий наблюдению n ; $d_{1n}...d_{4n}$ – думми-переменные, обозначающие номер торговой точки, в которой производилось наблюдение n (думми-переменная, номер которой равен номеру торговой точки, равна единице, остальные равны нулю); e_n – совокупное влияние случайных факторов на объём спроса (в стоимостном выражении) на продукцию ЗАО «Snark» при наблюдении n ; f_n – совокупное влияние случайных факторов на объём продаж продукции ЗАО «Snark» первого вида при наблюдении n ; $a_0...a_5$, b_1 и b_2 – параметры.

Задание

1. На основе данных табл. 1 оценить параметры модели сбыта продукции ЗАО «Snark» с учётом требований индивидуального варианта задания.
2. Построить графики зависимости вероятного объёма реализации и цены продукции первого вида от цены продукции второго вида для первой торговой точки на первый квартал *следующего* года при условии, что должно быть реализовано 50 шт. продукции второго вида¹.
3. Оформить отчёт.

Методические указания по выполнению задания

Малое число наблюдений не допускает использования оценки OLS (метода наименьших квадратов) для оценивания параметров модели. В связи с этим при недостатке исходных данных для получения надёжных оценок параметров пользуются методами оценивания, при которых неопределённость оценки при недостаточности наблюдений устраняется теми или иными модельными предположениями. В принципе методы этого класса позволяют получить интерпретируемую оценку даже при полном отсутствии наблюдений. Одним из таких предположений является обобщённый *метод максимальной энтропии* (general maximum entropy method, GME).

Предпосылки использования данного метода следующие:

- ♦ все оцениваемые параметры, в том числе отражающие влияние случайных факторов, могут быть представлены в форме выпуклой линейной комбинации заранее известных (априорных) значений, *которые в отсутствие наблюдений можно считать равновероятными*;
- ♦ в качестве оценок параметров принимаются такие линейные комбинации априорных значений, совместимые с эмпирической моделью и наблюдаемыми данными, при которых различие вероятностей априорных значений как можно меньше.

В качестве меры различия вероятностей принимается показатель *энтропии*:

¹ Выполняется в случае, если на выполнение лабораторной работы выделено не менее 4 часов учебного времени.

$$-\sum_{i \in I} \sum_{j \in J_i} p_{ij} \log_2 p_{ij},$$

где p_{ij} – вероятность j -го априорного значения i -го параметра.

Энтропия (неопределённость) тем больше, чем меньше различия между вероятностями и, следовательно, чем меньше оснований предпочесть одно априорное значение другому. По мере поступления данных о наблюдениях переменных модели такие основания появляются, что приводит к снижению максимальной энтропии априорных значений параметров, совместимой с эмпирическими данными.

Оценивание параметров модели сбыта продукции ЗАО «Snark» методом максимальной энтропии можно выполнить с помощью надстройки «Поиск решения» табличного процессора Microsoft Excel. Рекомендуется ввести по два априорных значения каждого оцениваемого параметра. В качестве априорных значений параметров первого уравнения (кроме e_n) целесообразно принять максимальную когда-либо наблюдавшуюся выручку от реализации продукции ЗАО «Snark», взятую с противоположными знаками. В качестве априорных значений параметра b_1 могут быть принято наибольшее из наблюдаемых соотношений x_{1n}/x_{2n} , взятое с противоположными знаками; параметра b_2 – наибольшее из наблюдаемых соотношений $x_{1n}w_{2n}/w_{1n}$, взятое с противоположными знаками. Априорными значениями параметров e_n и f_n , следуя правилу 3σ , можно принять взятое с противоположными знаками утроенное среднее квадратичное отклонение эндогенной переменной соответствующего уравнения модели. Границы выбраны таким образом, чтобы в отсутствие данных они обеспечили нулевые оценки всех оцениваемых параметров.

Требования к отчёту

Отчёт должен содержать:

- ♦ формулировку эмпирической модели, соответствующую индивидуальному варианту задания, с указанием единиц измерения переменных и параметров;
- ♦ априорные значения оцениваемых параметров;
- ♦ точечные оценки параметров модели;

- ♦ диаграммы¹ согласно заданию 2.

Если иное не предписано преподавателем, отчёт сдаётся в электронном виде на дискете или с помощью средств электронных телекоммуникаций.

Литература

Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие / Под ред. В.В. Федосеева. – 2-е изд. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – п.7.1...7.3, 8.1.

Golan A., Judge G., Miller D. Maximum entropy econometrics: Robust estimation with limited data. J. Wiley & Sons, 1996.

Варианты заданий

1. В первом уравнении опустить член $a_1 d_{1n}$.
2. Во втором уравнении заменить отношение цен на цену первого продукта.
3. В первом уравнении опустить член $a_2 d_{2n}$.
4. Второе уравнение дополнить параметром b_0 , приняв априорные значения, равные наибольшему объёму реализации первого продукта, взятому с противоположными знаками.
5. Провести оценивание в предположении, что второй торговой точки не существует.
6. В первом уравнении опустить член $a_3 d_{3n}$.
7. Априорно принять оценку параметра b_1 равной среднему соотношению продаж первого и второго благ согласно эмпирическим данным.
8. В первом уравнении опустить член $a_4 d_{4n}$.
9. Выполнить оценивание, приняв, что цена продукта 2 на 20% выше приведённой в табл. 1.
10. Принять, что объём реализации первого продукта определяется зависимостью $x_{1n} = -b_1 p_{1n} - b_2 p_{2n} + f_n$.
11. Нет изменений.
12. Во втором уравнении заменить отношение цен на цену второго продукта.
13. Провести оценивание модели, не учитывающей временной тренд.

¹ Выполняется в случае, если на выполнение лабораторной работы выделено не менее 4 часов учебного времени.

14. Заменить второе уравнение аналогичным уравнением для расчёта объёма продаж второго продукта.
15. Выполнить оценивание, приняв, что цена продукта 1 на 20% выше приведённой в табл. 1.
16. Провести оценивание в предположении, что данные с первой торговой точки не поступили.
17. Провести оценивание в предположении, что данные с третьей торговой точки поступили только за чётные кварталы.
18. В первом уравнении опустить член $a_3 d_{3n}$. Провести оценивание в предположении, что данные с четвёртой торговой точки поступили только за нечётные кварталы.
19. В первом уравнении опустить член $a_4 d_{4n}$. Провести оценивание в предположении, что имеются данные только за первые три квартала.
20. Принять, что объём реализации первого продукта определяется зависимостью $x_{1n} = -b_1(p_{1n} / p_{2n})^{b_2} + f_n$.

Практическое занятие №4.

Применение теории массового обслуживания в менеджменте

Цель работы: приобрести навыки обоснования инвестиционных решений по созданию систем массового обслуживания.

Приборы и материалы: ПЭВМ; MS Excel, надстройка «Поиск решения».

Задание

1. На основе данных табл. 2, соответствующих индивидуальному варианту задания, проверить гипотезу о том, что поток судов, прибывающих к речному портовому комплексу, принимающему суда-сухогрузы, является простейшим потоком.
2. Определить потери в связи с ожиданием в очереди в расчёте на одно судно и в годовом исчислении (**навигация продолжается 42 недели**) согласно индивидуальному варианту задания, приведённому в табл. 2. Потери в связи с простоем одного судна составляют **300 тыс. рублей в сутки**.
3. Обосновать оптимальный инвестиционный проект по сооружению дополнительных терминалов для обслуживания судов при условиях, соответствующих заданиям 1 и 2. Определить:
 - ♦ оптимальное количество дополнительных терминалов в предположении, что их пропускная способность (время разгрузки) не отличается от пропускной способности имеющихся терминалов;
 - ♦ размер необходимых капитальных вложений;
 - ♦ размер потерь от простоев судов в очереди на разгрузку после ввода в действие новых терминалов;
 - ♦ получаемый экономический эффект.Капитальные вложения на сооружение одного дополнительного терминала составляют **30 млн. руб.**
Прирост эксплуатационных затрат в связи с вводом в действие каждого дополнительного терминала составляет **1 млн. руб. в год.**
Значение альтернативной стоимости капитала для нечётных вариантов составляет **12%**, для чётных — **14% годовых**.
4. Оформить отчёт.

Методические указания по выполнению задания

К заданию 1. Проверку гипотезы рекомендуется осуществлять с помощью статистического критерия χ^2 . Если поток является простейшим, то численность судов, прибывающих в единицу времени, должна подчиняться закону распределения Пуассона. Уровень доверия гипотезе о согласии эмпирического распределения с распределением Пуассона можно определить с помощью функции табличного процессора Excel

`ХИ2ТЕСТ(эмпирические_значения;теоретические_значения)`,

где `эмпирические_значения` — диапазон ячеек, содержащий данные индивидуального варианта задания, `теоретические_значения` — диапазон ячеек, содержащий ожидаемое в соответствии с распределением Пуассона количество событий «в течение недели в порт прибыло q сухогрузов» при условии, что общее количество недель совпадает с фактическим. Поскольку применение критерия χ^2 требует наличия, как правило, не менее пяти-шести наблюдений каждого события, редко наблюдаемые события должны быть соответствующим образом сгруппированы.

К заданиям 2 и 3. Если гипотеза о том, что поток является простейшим, отвергается, п.2 и 3 задания выполняются в предположении, что расчёты делаются *по данным о другом потоке*, который является простейшим, но имеет ту же интенсивность (среднее число заявок в единицу времени), что и поток, приведённый в задании.

В процессе расчётов потребуется определить среднее число занятых каналов, вероятность того, что все каналы свободны и среднюю длину очереди. Для определения значения факториала целого числа можно использовать функцию Excel `ФАКТР(число)`, а в случае её отсутствия — формулу `=EXP(ГАММАНЛОГ(число+1))`, где `число` — имя ячейки, содержащей целое число, факториал которого требуется определить.

К заданию 3. Для выполнения задания следует на каждом шагу добавлять в проект по одному терминалу и проверять, снижаются ли приведённые затраты. Если добавление нового терминала не приводит к снижению приведённых затрат — предыдущий вариант проекта был оптимальным.

Требования к отчёту

В отчёте должны быть приведены:

- ♦ промежуточные расчёты, выполненные для проверки гипотезы о том, что поток судов, прибывающих в порт, является простейшим, оформленные в виде таблицы, значение уровня доверия, заключение о результатах проверки статистической гипотезы о согласии эмпирического распределения теоретическому распределению Пуассона, вывод о применимости формул Эрланга;
- ♦ расчёт потерь от ожидания в очереди, включая результаты промежуточных расчётов;
- ♦ расчётные формулы и промежуточные расчёты для выполнения задания 3;
- ♦ количество дополнительных терминалов, которые следует ввести в строй;
- ♦ размер капитальных вложений по инвестиционному проекту;
- ♦ размер потерь от простоев судов в очереди на разгрузку после ввода в действие новых терминалов;
- ♦ размер экономического эффекта вследствие реализации проекта, приведённого к текущему моменту времени.

Литература

Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.В. Федосеева. — 2-е изд. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. — раздел 8.2.

Фомин Г.П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности: Учебник. — 2-е изд. М.: Финансы и статистика, 2005. — глава 6.

Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математические методы и модели для магистрантов экономики: Учеб. пособие. СПб.: Питер, 2006. — глава 13.

Лабскер Л.Г., Бабешко Л.О. Теория массового обслуживания в экономической сфере. М.: ЮНИТИ, 1998.

Варианты заданий

Таблица 2

Данные индивидуальных вариантов заданий к лабораторной работе №3

Вариант	Число недель, в течение которых прибыло кораблей:							Время разгрузки, дней	Число терминалов	
	ни одного	один	два	три	четыре	пять	шесть		Имеется	Требуется (для самоконтроля)
1	7	18	14	9	5	1	0	7	2	4
2	9	22	13	6	4	1	0	8	3	2
3	35	33	19	7	2	1	0	9	1	4
4	7	14	18	14	5	1	0	10	4	2
5	0	7	11	8	6	3	1	7	3	4
6	2	7	11	8	6	2	3	7	4	2
7	37	32	20	7	2	1	0	8	2	2
8	34	33	13	8	2	1	0	9	2	2
9	71	35	16	4	1	0	0	11	2	1
10	59	45	17	4	1	1	0	10	2	2
11	7	19	14	9	8	2	0	7	3	2
12	18	22	8	6	2	1	0	8	3	1
13	29	33	19	8	2	2	0	9	2	3
14	9	14	18	9	2	2	0	10	3	3
15	1	7	11	7	6	3	0	11	5	3
16	3	9	10	8	6	2	3	12	5	4
17	30	32	20	6	5	1	0	7	2	2
18	30	33	13	8	3	1	0	8	1	4
19	69	43	16	4	2	0	0	9	2	1
20	57	45	18	5	1	1	0	10	2	2

Практическое занятие №5.

Обоснование системы целей инвестиционной программы с использованием векторного программирования

Цель работы: овладеть практическими навыками использования векторного программирования для обоснования системы целей инвестиционной программы.

Приборы и материалы: ПЭВМ; MS Excel и надстройка Sunset Software ХА.

Задание

1. Составить математическую модель системы целей инвестиционной программы развития АПК региона согласно индивидуальному варианту задания, предполагая следующие цели: максимальный экономический эффект от реализации программы; минимальное расходование бюджетных средств на её поддержку. Данные о возможных целях инвестиционной деятельности и о ресурсах, необходимых для их достижения, а также о размерах затрат и доходов приведены в табл. 3 и 4.
2. Исследовать множество Парето составленной модели весовым методом. Веса задавать самостоятельно, стремясь получить исчерпывающее описание множества Парето.
3. Провести экономический анализ с целью объяснить различия между различными оптимальными по Парето системами целей инвестиционной программы.
4. Оформить отчёт.

Таблица 3

Предполагаемые цели инвестиционной программы

Цель	Ресурсы, необходимые для достижения цели	Доходы от достижения цели, млн. руб.
1. Развитие рыбоводства	Пруд, газификация, автодорога, холодильный цех	17,0
2. Развитие овцеводства	Культурное пастбище, оптовый рынок	2,4

Цель	Ресурсы, необходимые для достижения цели	Доходы от дости- жения цели, млн. руб.
3. Производство замороженного мяса	Холодильный цех, оптовый рынок, газификация, очистные сооружения (2 шт.)	0,6
4. Производство замороженных мясных полуфабрикатов	Холодильный цех, газификация, автодорога, усовершенствованный оптовый рынок, очистные сооружения, свинарник	1,2
5. Производство свежзамороженных овощей	Холодильный цех, оптовый рынок, автодорога	0,7
6. Сокращение эрозии почвы	Культурное пастбище увеличенной площади, автодорога, пруд	2,1
7. Развитие семеноводства	Опытная станция, оптовый рынок, машинно-тракторная станция	4,0
8. Развитие птицеводства	Птицеферма, автодорога увеличенной протяжённости, универсальные очистные сооружения	1,3
9. Развитие розничной торговли	Автодорога увеличенной протяжённости, очистные сооружения, усовершенствованный оптовый рынок (2 шт.)	6,2

Таблица 4

Характеристика ресурсов, необходимых для достижения целей инвестиционной программы

Ресурс	Ресурсы, заменяемые данным ресурсом	Затраты на создание, млн. руб.
Автодорога	–	3,9
Автодорога увеличенной протяжённости	Автодорога	6,3
Газификация	–	0,9
Культурное пастбище	–	1,5
Культурное пастбище увеличенной площади	Культурное пастбище	2,6
Машинно-тракторная станция	–	2,8

Ресурс	Ресурсы, заменяемые данным ресурсом	Затраты на создание, млн. руб.
Оптовый рынок	–	0,2
Опытная станция	–	0,4
Очистные сооружения	–	1,1
Пруд	–	4,9
Птицеферма	–	2,6
Свинарник	–	2,7
Универсальные очистные сооружения	Очистные сооружения	1,9
Усовершенствованный оптовый рынок	Оптовый рынок	0,5
Холодильный цех	–	5,0

Методические указания по выполнению задания

К заданию 1.

Математическая запись модели:

Максимум экономического эффекта:
$$\max \sum_{d \in D} c_d x_d - \sum_{r \in R} \left(c_r - \sum_{s \in R_r} c_s \right) x_r;$$

Минимум затрат бюджетных средств:
$$\min \sum_{r \in R} \left(c_r - \sum_{s \in R_r} c_s \right) x_r;$$

Количество используемых ресурсов:
$$a_{dr} x_d \leq x_r, d \in D, r \in R_d;$$

Несовместимые цели:
$$\sum_{d \in D_i} x_d \leq 1, i \in I;$$

Заменимость ресурсов:
$$x_r \leq x_s, r \in R, s \in R_r;$$

Логические переменные:
$$x_d \in \{0;1\}, d \in D;$$

Целочисленные переменные:
$$x_r \in \{0\} \cup N,$$

где D – множество возможных целей инвестиционной программы; R_d – множество ресурсов, необходимых для достижения цели $d \in D$;

$R = \bigcup_{d \in D} R_d$; R_r – множество ресурсов, которые могут быть заменены ресурсом

r ; I – множество множеств несовместимых целей; D_i – i -е множество несо-

вместимых целей ($i \in I$); x_d – логическая переменная, означающая включение (1) или исключение (0) цели $d \in D$ из инвестиционной программы; x_r, x_s – количество ресурсов r и s соответственно ($r \in R, s \in R$); c_d – выгоды (в денежном выражении), обусловленные достижением цели d ; c_r, c_s – затраты (в денежном выражении) на единицу ресурсов r и s соответственно ($r \in R, s \in R$); a_{dr} – количество ресурса $r \in R_d$, необходимое для достижения цели $d \in D$; N – множество натуральных чисел.

Если некоторый ресурс r может заменять другие, он представляется в задаче в сепарабельной форме, т.е. множеством переменных, соответствующих ресурсам, которые он может заменить, и переменной, соответствующей ему самому. Ограничения «заменяемость ресурсов» гарантируют ввод в базис вместе с переменной x_r всех переменных, соответствующих заменяемым ресурсам. Коэффициент при x_r , соответствующий ресурсу-заменителю, представляет собой *дополнительные* (возможно, отрицательные) затраты по отношению к ресурсам, которые заменяются ресурсом r .

Условие целочисленности переменной в программе ХА задаётся путём присвоения ей символического имени, заключённого в квадратные скобки. Переменные, имена которых не заключены в квадратные скобки, считаются вещественными. По целочисленным переменным **необходимо** указывать не только нижнюю, но и верхнюю границу диапазона их изменения (в противном случае она будет принята равной единице).

В модели следует учесть возможность замены отдельных ресурсов более универсальными.

Внимание! Не забудьте правильно рассчитать коэффициенты целевой функции по ресурсам, заменяющим другие ресурсы.

Требования к отчёту

Отчёт должен содержать следующие требования:

- ♦ исходные данные для разработки числовой модели;
- ♦ перечень переменных и ограничений модели с указанием единиц измерения;
- ♦ результаты решения задачи линейного программирования: значения переменных, суммы и отклонения по ограничениям;
- ♦ анализ оптимального плана согласно вышеприведённым методическим указаниям.

Если иное не предписано преподавателем, отчёт сдаётся в электронном виде на дискете или с помощью средств электронных телекоммуникаций.

Литература

Альбом наглядных пособий по курсу «Экономико-математическое моделирование» / Сост. Н.М. Светлов. — Тема 15. М., 2009.

Риск-менеджмент инвестиционного проекта: Учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Под ред. М.В. Грачёвой, А.Б. Секерина. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. – П. 8.4.

Варианты заданий

Таблица 5

Условия индивидуальных вариантов задания к лабораторной работе №5

Вариант	Цель инвестиционной деятельности, отсутствующая в задании	Дополнительные условия
1.	Развитие рыбоводства	Доход от цели 5 — 11,7 млн.руб.
2.	Развитие овцеводства	—
3.	Производство замороженного мяса	—
4.	Производство замороженных мясных полуфабрикатов	—
5.	Производство свежемороженых овощей	Доход от цели 8 — 2,3 млн.руб.
6.	Сокращение эрозии почвы	—
7.	Развитие семеноводства	Доход от цели 8 — 4,0 млн.руб.
8.	Развитие птицеводства	—
9.	Развитие розничной торговли	—
10.	Развитие рыбоводства	Цель 3 реализуется обязательно
11.	Развитие овцеводства	Автодороги не заменяют друг друга
12.	Производство замороженного мяса	Цель 6 реализуется обязательно

Вариант	Цель инвестиционной деятельности, отсутствующая в задании	Дополнительные условия
13.	Производство замороженных мясных полуфабрикатов	Цель 3 реализуется обязательно
14.	Производство свежемороженой овощей	Затраты на холодильный цех равны 4,2 млн. руб.
15.	Сокращение эрозии почвы	Автомобильные дороги не заменяют друг друга
16.	Развитие семеноводства	–
17.	Развитие птицеводства	Доход от цели 7 – 8,0 млн.руб.
18.	Развитие розничной торговли	Доход от цели 1 – 9,5 млн.руб.
19.	Производство свежемороженой овощей	Доход от цели 1 – 14,8 млн.руб.
20.	Сокращение эрозии почвы	Доход от цели 1 – 12,7 млн.руб.

Примечание: номера целей указаны в табл. 3.

Содержание

Введение	4
Практическое занятие №1. Формирование производственной программы в условиях неопределённости экономического результата	6
Практическое занятие №2. Оптимизация многоэтапного процесса принятия решения о составе инвестиционного портфеля в условиях ценового риска	13
Практическое занятие №3. Оценивание ненаблюдаемых параметров математической модели потребительского спроса при малом числе зарегистрированных сделок	19
Практическое занятие №4. Применение теории массового обслуживания в менеджменте	25
Практическое занятие №5. Обоснование системы целей инвестиционной программы с использованием векторного программирования	29

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

Засканов В. Г., Иванов Д. Ю., Гришанов Г.М.

Системы поддержки принятия решений

Методические указания к выполнению курсового проекта

САМАРА

2013

Засканов В.Г., Иванов Д.Ю., Гришанов Г.М.

Системы поддержки принятия решений [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению курсового проекта / В. Г. Засканов, Д. Ю. Иванов, Г.М. Гришанов; М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т).-Электрон. текстовые и граф. дан.(0,6МБайт) - Самара, 2013.

В курсовом проекте рассматривается задача управления деятельностью условной фирмы с учетом внешних и внутренних факторов. Моделируются процедуры принятия управленческих решений на различных этапах: анализ состояния, прогноз рыночной среды, оценка риска принятия решений, выбор оптимальных (рациональных) стратегий, прогноз достигаемых результатов. Отдельной частью курсового проекта является оценка целесообразности реализации инвестиционных проектов в условиях рыночного риска и неопределенности.

Электронный курс предназначен для студентов факультета экономики и управления, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 080500.62 «Бизнес-информатика», изучающих дисциплину «Системы поддержки принятия решений» в 6 семестре.

Курс разработан на кафедре организации производства.

На примере задачи управления деятельностью условной фирмы с учетом факторов внешней среды моделируются процедуры принятия управленческих решений на различных этапах: анализ состояния, прогноз рыночной среды, оценка риска принятия решений, выбор оптимальных (рациональных) стратегий, прогноз достигаемых результатов. При выполнении курсового проекта студентам необходимо: освоить и применить правила математической формализации задач принятия управленческих решений; изучить методы снятия неопределенности при решении подобных задач; провести моделирование изменения параметров системы во времени с помощью метода статистического прогнозирования; освоить современные пакеты прикладных программ, ориентированные на решение подобного класса задач.

Важной частью курсового проекта представляет решение задачи по разработке оптимальной стратегии поведения предприятия в рыночных условиях, а также проведение анализа чувствительности результата принятия управленческих решений к изменению внутренних и внешних факторов и оценка устойчивости управленческих решений.

Отдельной частью курсового проекта является анализ целесообразности реорганизации производства в условиях рыночного риска и неопределенности.

1. Постановка задачи

Существует некоторая фирма, занимающаяся производством и выпуском двух видов продукции. Обозначим для определенности через X_1 и X_2 – количество выпускаемой продукции первого и второго типа, соответственно. При выпуске продукции используется два типа ресурсов – оборудование и сырье. Обозначим через Φ полезный фонд времени работы оборудования. Известны нормативы затрат времени работы оборудования на производство единицы продукции a_1 и a_2 , которые показывают сколько времени необходимо затратить на изготовление единицы продукции первого и второго типа. Примем, что $\Phi = 1000$, $a_1 = 2$, $a_2 = 3$.

Считается, что при производстве и первой, и второй продукции используется один вид сырьевого ресурса. Известны нормативы затрат сырьевого ресурса на производство единицы обоих видов продукции – b_1 и b_2 . Принимаем, что $b_1 = 4$, $b_2 = 3$.

Обозначим через C_1 и C_2 цену за единицу первой и второй продукции соответственно, через C_p – стоимость единицы сырьевого ресурса.

Продукция, выпускаемая фирмой, характеризуется сложившимся на рынке объемом спроса. Пусть $X_1^{спрос}$ и $X_2^{спрос}$ – объем спроса на первую и вторую продукцию соответственно.

Цены реализации продукции C_1 и C_2 определяются ситуацией, которая складывается на рынке. К рассматриваемому моменту имеется ретроинформация (статистическая информация) о тенденциях изменения цен за предыдущие 10 лет, которая качественно выглядит следующим образом:

Ретроинформация по цене на первую продукцию

Период времени t_i	t_{0-10}	t_{0-9}	t_{0-8}	t_{0-7}	t_{0-6}	t_{0-5}	t_{0-4}	t_{0-3}	t_{0-2}	t_{0-1}	t_0
C_1	27.6	27.9	27.7	28.4	28.5	28.7	28.9	29.7	29.8	29.3	30

где t_i – это год. Тогда t_{0-10} – это год начала рассматриваемого периода, а t_0 – текущий год.

Ретроинформация по цене на вторую продукцию

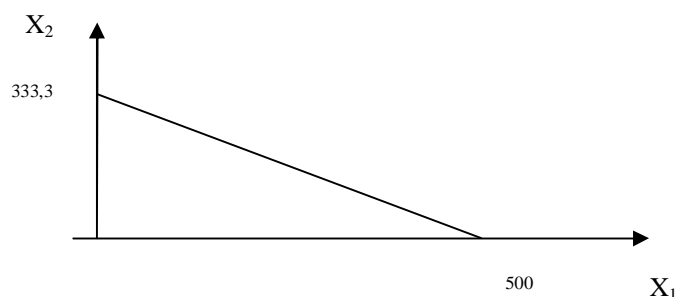
Период времени t_i	t_{0-10}	t_{0-9}	t_{0-8}	t_{0-7}	t_{0-6}	t_{0-5}	t_{0-4}	t_{0-3}	t_{0-2}	t_{0-1}	t_0
C_2	15.6	15.9	16.3	16.3	16.2	16.5	16.1	15.8	16.4	16.8	17

Цена сырьевого ресурса C_p , приобретаемого для организации процесса производства, также формируется рынком.

Ретроинформация по цене на ресурс

Период времени t_i	t_{0-10}	t_{0-9}	t_{0-8}	t_{0-7}	t_{0-6}	t_{0-5}	t_{0-4}	t_{0-3}	t_{0-2}	t_{0-1}	t_0
C_p	4.6	4.65	4.9	4.95	4.76	4.65	4.76	4.6	4.7	4.7	5

Производство и реализация. Производственные возможности фирмы с учетом ограничения по полезному фонду времени работы оборудования можно графически представить следующим образом:



Выбор производственной программы, т.е. значений X_1 и X_2 , ограничиваются не только производственными возможностями, но и объемом практического сбыта этой продукции на рынке. Объем сбыта продукции определяется величиной спроса $X_1^{спрос}$ и $X_2^{спрос}$. Примем, что фирма в прошедшие периоды производила продукцию в объеме равном величине спроса.

Ретроинформация по объему продаж(спроса) первой продукции

Период времени t_i	t_{0-10}	t_{0-9}	t_{0-8}	t_{0-7}	t_{0-6}	t_{0-5}	t_{0-4}	t_{0-3}	t_{0-2}	t_{0-1}	t_0
$X_1^{спрос}$	360	363	369	386	370	372	384	387	390	392	400

Ретроинформация по объему продаж(спроса) второй продукции

Период времени t_i	t_{0-10}	t_{0-9}	t_{0-8}	t_{0-7}	t_{0-6}	t_{0-5}	t_{0-4}	t_{0-3}	t_{0-2}	t_{0-1}	t_0
X_2^{prod}	180	186	182	183	187	184	196	193	195	198	200

С учетом сказанного, необходимо определить стратегию поведения фирмы (определить оптимальный объем производства первой и второй продукции), по критерию максимизации прибыли предприятия на последующие пять лет.

2. Анализ состояния и прогноз рыночной среды

Для решения поставленной задачи на первом этапе необходимо осуществить стратегическое планирование, которое подразумевает выработку стратегии поведения на следующие пять периодов функционирования фирмы, т.е. на периоды t_{0+1} , t_{0+2} , t_{0+3} , t_{0+4} , t_{0+5} . При этом необходимо дать прогноз относительно изменения цены на продукцию обоих видов, цены на ресурс и объемов продаж, которые можно будет реализовать на рынке. Стратегическое планирование или прогнозирование основывается на ретроинформации (статистики) об изменении исследуемых параметров в прошедшие периоды. Используя численные методы, необходимо получить уравнение регрессии, которое представляет собой функциональную зависимость некоторого параметра от времени. В нашем случае под параметром следует понимать цену на продукцию первого или второго вида, цену на ресурс, объем продаж первой или второй продукции. Для проведения дальнейших исследований в курсовом проекте принимается допущение, что возможно использовать регрессии первого порядка:

$$X_i(t) = a_1 + a_2 \cdot t \quad (2.1)$$

Для расчета числовых коэффициентов a_1 и a_2 целесообразнее и удобнее использовать стандартное приложение «Анализ данных» (меню «Сервис») пакета Excel. Для подобного рода расчетов можно использовать и другие программы по статистическому анализу, такие как «Статистика», «Status» и др. В курсовом проекте все расчеты необходимо провести в пакете Excel, как в наиболее распространенном и доступном для пользователей.

Полученные уравнения регрессии позволяют дать прогноз изменения интересующих параметров, а именно цен на продукцию, цены на ресурс и объемов продаж первой и второй продукции, в зависимости от времени. Так как в постановке задачи, речь идет о стратегии поведения фирмы в течение следующих пяти лет, то исследование следует ограничить будущими пятью годами.

Любая математическая модель, каковой является и уравнение регрессии, характеризуется некоторой погрешностью. Поэтому, необходимо по показателю среднеквадратического отклонения модели d оценить погрешность прогноза и рассчитать пессимистический и оптимистический прогноз для исследуемого параметра. При этом под пессимистическим прогнозом будем понимать ситуацию, когда параметры задачи изменяются неблагоприятным для фирмы образом, а именно их изменение приведет к тому, что предприятие получит минимально возможную прибыль. Оптимистический прогноз является полной противоположностью пессимистического прогноза и рассчитывается для ситуации, в которой фирма получит максимально возможную прибыль.

Математическая модель расчета прогнозного параметра для оптимистического варианта имеет вид:

$$X^o = X^n \pm d \quad (2.2)$$

где X^o – значение исследуемого параметра при оптимистическом прогнозе, X^n – номинальное прогнозное значение. Знак \pm отражает содержательный смысл параметра. Речь идет о том, что некоторые параметры, такие как цены на выпускаемую продукцию или объем продаж, при своем увеличении приводят к росту прибыли предприятия. Напротив, цена на используемый ресурс только при своем уменьшении положительно сказывается на изменении прибыли. Поэтому выбор знака однозначно определяется содержательным и экономическим смыслом исследуемого параметра системы.

Математическая модель расчета прогнозного параметра для пессимистического варианта имеет вид:

$$X^n = X^n \mu d \quad (2.3)$$

где X^n – значение исследуемого параметра при пессимистическом прогнозе. Выбор знака μ также определяется содержательным смыслом прогнозируемого параметра.

Ниже приводится пример оформления и расчетов прогнозных значений цены на первую продукцию.

Таблица 1. Регрессионная модель для цены на первую продукцию

Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов

Период	Цена реализации первой продукции (Y-зависимая переменная)	Порядковый номер величины в выборке (№п/п года X1)	Предсказанное Y (уравнение регрессии $Y=27,31+0,24*X1$)	Пессимистический прогноз	Оптимистический прогноз
t ₀₋₁₀	27,60	1	27,55		
t ₀₋₉	27,90	2	27,79		
t ₀₋₈	27,70	3	28,04		
t ₀₋₇	28,40	4	28,28		
t ₀₋₆	28,50	5	28,53		
t ₀₋₅	28,70	6	28,77		
t ₀₋₄	28,90	7	29,02		
t ₀₋₃	29,70	8	29,26		
t ₀₋₂	29,80	9	29,51		
t ₀₋₁	29,30	10	29,75		
t ₀	30,00	11	29,99		
t ₀₊₁	30,24	12	30,24	29,39	31,09
t ₀₊₂	30,48	13	30,48	29,63	31,33
t ₀₊₃	30,73	14	30,73	29,88	31,58
t ₀₊₄	30,97	15	30,97	30,12	31,82
t ₀₊₅	31,22	16	31,22	30,37	32,07

Среднеквадратичное отклонение **0,85**

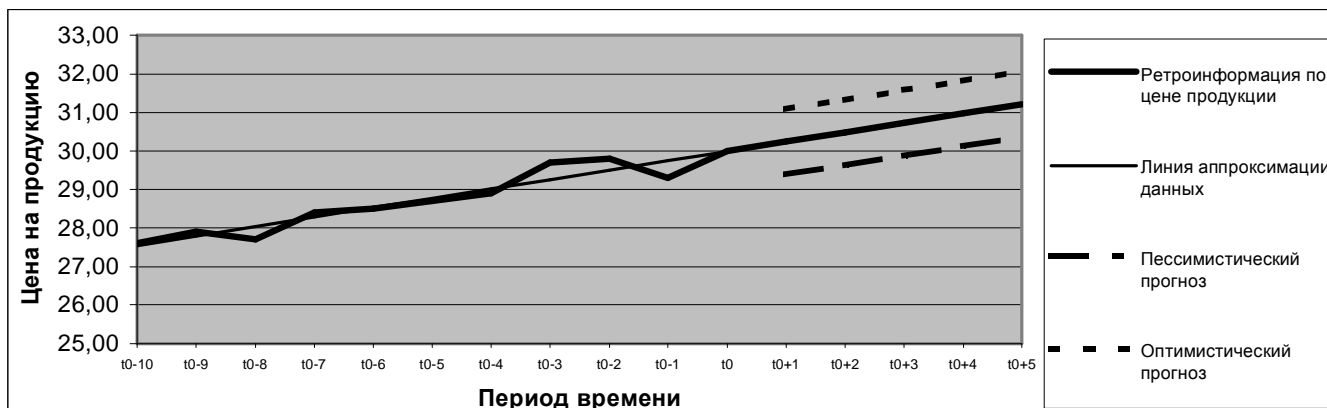


Рис.1 Регрессионный анализ данных по цене на первую продукцию

Для расчета прогнозных значений исследуемого параметра необходимо выполнить следующие этапы:

1. Определить коэффициенты a_1 и a_2 уравнения регрессии. Для этого первоначально необходимо ввести статистическую информацию об изменении исследуемого параметра в прошедшие периоды согласно варианту задания (второй столбец таблица 1). Численно задать значения переменной времени (третий столбец таблица 1). С помощью меню «Сервис- Анализ данных – Регрессия» рассчитать численные значения коэффициентов a_1 и a_2 . При этом следует учесть, что в диалоговом окне «входным интервалом по Y» является статистическая информация об исследуемом параметре (второй столбец), «входным интервалом по X»- числовые значения переменной времени (третий столбец) с периода t_{0-10} по t_0 . После нажатия кнопки «ОК» на новом листе появится отчет о результатах расчета. В отчете численное значение коэффициента a_1 находится в ячейке (В:17), значение коэффициента a_2 - в ячейке (В:18).
2. Используя уравнение регрессии (2.1) рассчитать прогнозные значения исследуемого параметра (столбец 4 таблица 1).
3. Определить ошибку прогноза, а именно среднеквадратичное отклонение d . Для этого необходимо открыть диалоговое окно в меню «Сервис- Анализ данных- Описательная статистика». Указать входной интервал по исследуемому параметру (столбец 2 таблица 1), отметить пункт «Итоговая статистика» и нажать кнопку «ОК». В отчете по результатам расчета численное значение среднеквадратичного отклонения находится в ячейке (В:7).
4. Используя математические модели (2.2) и (2.3) рассчитать прогнозные значения для оптимистического и пессимистического варианта (столбцы 5 и 6 таблица 1).
5. По итоговым данным таблицы 1 построить графическую интерпретацию регрессионного анализа Рис.1

Аналогично проводятся расчеты и оформляются отчеты для регрессионного анализа цены на вторую продукцию, цены на сырье и для объемов продаж первой и второй продукции.

3. Расчет производственной программы деятельности предприятия

3.1 Расчет оптимальных производственных программ с учетом стратегии развития

Для определения оптимальной производственной программы по критерию максимизации прибыли необходимо математически формализовать поставленную задачу, а именно записать целевую функцию и ограничения. Учитывая введенные ранее обозначения, математическая постановка задачи поиска оптимального объема производства по критерию максимизации прибыли для одного периода примет следующий вид:

$$\begin{cases} Pr = C_1 X_1 + C_2 X_2 - C_p (b_1 X_1 + b_2 X_2) \rightarrow \max \\ a_1 X_1 + a_2 X_2 \leq \Phi \\ X_1 \leq X_1^{спрос} \\ X_2 \leq X_2^{спрос} \end{cases} \quad (3.1)$$

Решением сформулированной оптимизационной задачи являются оптимальные значения переменных X_1^{opt} и X_2^{opt} , максимизирующие целевую функцию прибыли, максимальное значение прибыли Pr^{max} , резервы по «ресурсам».

Используя числовые данные и результаты прогнозных расчетов, полученные во втором разделе, решим задачу линейного программирования (3.1) графически. (Студентам необходимо провести графическое решение задачи (3.1) только для первого периода при номинальных прогнозах).

Предположим, что с учетом числовых значений параметров задача (3.1) примет вид:

$$\begin{cases} Pr = 10X_1 + X_2 \rightarrow \max \\ 2X_1 + 3X_2 \leq 1000 \\ X_1 \leq 400 \\ X_2 \leq 200 \end{cases} \quad (3.2)$$

Ниже приводится графическое решение задачи (3.2).

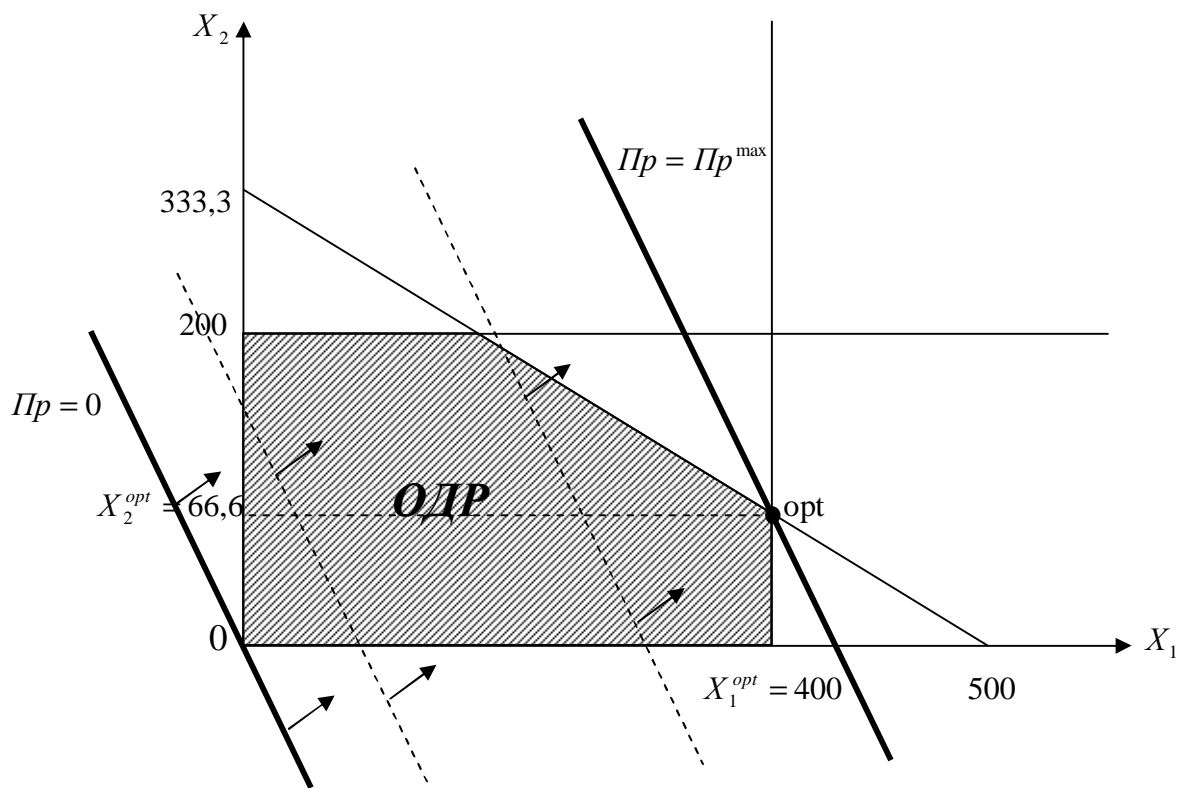


Рис.2 Графическое решение задачи линейного программирования

Так как необходимо определить оптимальную производственную программу на пять будущих периодов, то задачу (3.1) необходимо решить для каждого следующего года в отдельности, используя данные об изменении цен на продукцию, на сырьевой ресурс и объема спроса на первую и вторую продукцию, полученные в результате прогнозирования в предыдущем разделе.

Решение задачи по определению оптимальной производственной программы осуществляется в пакете Excel в приложении «Поиск решения» (меню «Сервис»). Далее приводится один из возможных вариантов подготовки исходных данных для решения задачи (3.1) в пакете Excel.

**Расчет оптимальной производственной программы и прибыли на период t_{0+1}
(на основе прогнозных значений регрессионных моделей)**

1. Целевая функция: максимизация прибыли

	Объем производства, шт	Цена за единицу продукции	Затраты ресурсов, кг/шт	Цена на ресурс	Прибыль
1-й продукт	400	30	4	5	4066,6
2-й продукт	66,6	16	3		

2. Ограничение по фонду времени работы оборудования ($\Phi=1000$ часов)

	Объем производства, шт	Норматив затрат времени работы оборудования	Общий годовой фонд времени работы оборудования	Фонд времени, затраченный на выполнение производственной программы
1-й продукт	400	2	1000	1000
2-й продукт	66	3		

3. Ограничение по объему сбыта продукции на рынке

	Объем производства, шт = Объем сбыта, шт	Прогнозный объем продаж на рынке, шт.
1-й продукт	400	400
2-й продукт	66,6	200

Серым цветом помечены ячейки, в которых должны находиться соответствующие формулы для расчета прибыли и затраченного фонда времени, причем ячейка, относящаяся к прибыли, должна быть задана в приложении «Поиск решения» как «целевая ячейка». Ячейки, в которых находятся объемы производства продукции (таблица «Целевая функция»), должны быть заданы как «изменяемые ячейки». Крупным, жирным и курсивным текстом обозначены пять прогнозных значений параметров, полученные в первой главе. При решении задачи для различных временных периодов, меняются только эти пять значений, все остальные параметры не меняются.

При решении задачи в приложении «Поиск решения», необходимо получить отчеты о результатах расчетов, об их устойчивости и о пределах. Далее приведены

конкретные варианты отчетов, которые были сгенерированы приложением «Поиск решения».

В пояснительной записке к курсовому проекту достаточно привести отчеты об устойчивости и о пределах только для одного периода. Итоговые результаты расчетов приводятся для каждого рассматриваемого периода, включая оптимистический и пессимистический вариант.

Microsoft Excel 10.0 Отчет по результатам

Целевая ячейка (Максимум)

Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат
R4C6	Прибыль	5301,618375	5301,618375

Изменяемые ячейки

Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат
R4C2	1-й продукция Объем производства, шт	414,00	414,00
R5C2	2-й продукция Объем производства, шт	57,33	57,33

Microsoft Excel 10.0 Отчет по результатам

Ограничения

Ячейка	Имя	Значение	Формула	Статус	Разница
R11C5	Фонд времени, затраченный на выполнение производственной программы	1 000	R12C5<=R12C4	связанное	0
R17C2	1-й продукция Объем сбыта, шт	414,00	R18C2<=R18C3	связанное	0
R18C2	2-й продукция Объем сбыта, шт	57,33	R19C2<=R19C3	не связан.	151,00955

Microsoft Excel 10.0 Отчет по устойчивости

Изменяемые ячейки

Ячейка	Имя	Результ. значение	Нормир. градиент
R4C2	1-й продукция Объем производства, шт	414,00	0,00
R5C2	2-й продукция Объем производства, шт	57,33	0,00

Ограничения

Ячейка	Имя	Результ. значение	Лагранжа Множитель
R11C5	Фонд времени, затраченный на выполнение производственной программы	1 000	1
R17C2	1-й продукция Объем сбыта, шт	414,00	10,25
R18C2	2-й продукция Объем сбыта, шт	57,33	0,00

Microsoft Excel 10.0 Отчет по пределам

Ячейка	Целевое Имя	Значение
R4C6	Прибыль	4582,246813

Ячейка	Изменяемое Имя	Значение	Нижний предел	Целевой результат	Верхний Предел
R4C2	1-й продукция Объем производства, шт	400,9091	0	157,6536219	400,9091
R5C2	2-й продукция Объем производства, шт	66,0606	0	4424,593191	66,0606

При расчете оптимальной производственной программы, необходимо оценить наихудшие и наилучшие результаты, то есть определить оптимальный объем производства и прибыль для пессимистического и оптимистического прогноза изменения параметров задачи, которые были получены в первой главе.

Оптимистический и пессимистический варианты также необходимо просчитать на пять будущих периодов.

Математическая модель расчета оптимальной производственной программы для пессимистического варианта имеет вид:

$$\begin{cases}
 Pp^- = (C_1 - d_{C_1})X_1 + (C_2 - d_{C_2})X_2 - (C_p + d_{C_p})(b_1X_1 + b_2X_2) \rightarrow \max \\
 a_1X_1 + a_2X_2 \leq \Phi \\
 X_1 \leq (X_1^{спрос} - d_{X_1^{спрос}}) \\
 X_2 \leq (X_2^{спрос} - d_{X_2^{спрос}})
 \end{cases} \quad (3.3)$$

Математическая модель расчета оптимальной производственной программы для оптимистического варианта имеет вид:

$$\begin{cases} \Pi p^+ = (C_1 + d_{C_1})X_1 + (C_2 + d_{C_2})X_2 - (C_p - d_{C_p})(b_1X_1 + b_2X_2) \rightarrow \max \\ a_1X_1 + a_2X_2 \leq \Phi \\ X_1 \leq (X_1^{спрос} + d_{X_1^{спрос}}) \\ X_2 \leq (X_2^{спрос} + d_{X_2^{спрос}}) \end{cases} \quad (3.4)$$

3.2 Оценка чувствительности результатов расчета оптимальной производственной программы

В реальной жизни при реализации того или иного управленческого решения, в нашем случае оптимальной производственной программы, имеют место возмущения по параметрам системы, обусловленные внешними и внутренними факторами. Эти возмущения приводят к изменению оптимальных значений переменных задачи (объема производства продукции) и целевой функции (прибыли). Поэтому, возникает задача об оценке влияния этих возмущений на управленческое решение и на базе нее формулировки конкретных действий, которые лицо, принимающее решения, должно будет предпринять в этих условиях.

Для решения поставленной задачи будем использовать математический аппарат теории чувствительности.

Пусть мы находимся в классе задач линейного программирования:

$$\begin{cases} \Phi = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \leq b_i \end{cases} \quad (3.5)$$

где c_j, a_{ij}, b_i – параметры модели.

Предположим, найдено оптимальное решение задачи, то есть определены выходные характеристики задачи, а именно оптимальные значения переменных x_i^o и целевой функции Φ^o . Продукцию, для которой $x_i^o > 0$, будем называть «выгодной»; продукцию, для которой $x_i^o = 0$ - «невыгодной».

Введем в рассмотрение характеристику запасов ресурсов $y_i = b_i - \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j^o$,

которая показывает количество ресурса i -ого вида, оставшегося после реализации оптимального решения.

Если $y_i = 0$, то ресурс будем называть «дефицитным». Если $y_i > 0$ - ресурс «недефицитный».

Оценим влияние изменения запасов i -ого ресурса на выходные характеристики задачи. Для этого введем в рассмотрение коэффициенты чувствительности $a_j^i = \frac{\partial x_j}{\partial b_i}$, которые показывают, на сколько изменится значение j -ой переменной при увеличении запаса i -ого ресурса на единицу. В теории чувствительности обосновано, что данные коэффициенты отличны от нуля для «дефицитных» ресурсов и равны нулю для «недефицитных».

Коэффициенты чувствительности $z_i = \frac{\partial \Phi}{\partial b_i} = \sum_{j=1}^n c_j \frac{\partial x_j}{\partial b_i} = c_j \sum_{j=1}^n a_j^i$, показывают, на сколько изменится значение целевой функции при увеличении запаса i -ого ресурса на единицу.

Пример 1. Проведем анализ чувствительности решения к изменению параметров системы для следующего числового примера. Пусть целевой функцией является максимизация прибыли, а ограничениями выступают запасы сырьевых ресурсов.

$$\begin{aligned} \Phi = 2x_1 + 2x_2 \rightarrow \max \\ \begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 100 & b_1 \\ 2x_1 + x_2 \leq 100 & b_2 \\ 2x_1 + 2x_2 \leq 300 & b_3 \end{cases} \end{aligned} \quad (3.6)$$

Оптимальным решением задачи является $x_1^o = 100/3, x_2^o = 100/3, \Phi^o = 400/3$. Так как $x_1^o, x_2^o > 0$, следовательно и первая и вторая продукция «выгодные».

Определим резервы по ресурсам:

$$\text{так как} \quad y_i = b_i - \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j^o$$

следовательно $y_1 = 0, y_2 = 0, y_3 = 500/3$. Отсюда делаем вывод, что первый и второй ресурс являются «дефицитными», третий- «недефицитный». Так как, коэффициенты чувствительности для «недефицитного» ресурса равны нулю,

следовательно $a_1^3 = a_2^3 = 0, z_3 = 0$. Для определения оставшихся коэффициентов чувствительности, исключаем из системы ограничений третье неравенство, в двух других перейдем к строгим равенствам и обозначим правые части через b_1 и b_2 . Получим:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 = b_1 \\ 2x_1 + x_2 = b_2 \end{cases} \quad (3.7)$$

Продифференцируем данную систему по b_1 :

$$\begin{cases} \frac{\partial x_1}{\partial b_1} + 2\frac{\partial x_2}{\partial b_1} = 1 \\ 2\frac{\partial x_1}{\partial b_1} + \frac{\partial x_2}{\partial b_1} = 0 \end{cases}$$

или с учетом $a_j^i = \frac{\partial x_j}{\partial b_i}$:

$$\begin{cases} a_1^1 + 2a_2^1 = 1 \\ 2a_1^1 + a_2^1 = 0 \end{cases}$$

Откуда $a_1^1 = -\frac{1}{3}, a_2^1 = \frac{2}{3}$.

Аналогично, после дифференцирования системы (3.7) по b_2 , определим

$$a_1^2 = \frac{2}{3}, a_2^2 = -\frac{1}{3}.$$

Рассчитаем коэффициенты чувствительности целевой функции к вариациям «дефицитных» ресурсов.

Так как $z_i = \frac{\partial \Phi}{\partial b_i} = \sum_{j=1}^n c_j \frac{\partial x_j}{\partial b_i} = c_j \sum_{j=1}^n a_j^i$, следовательно

$$z_1 = c_1 a_1^1 + c_2 a_2^1 = 2\left(-\frac{1}{3}\right) + 2\left(\frac{2}{3}\right) = \frac{2}{3}$$

$$z_2 = c_1 a_1^2 + c_2 a_2^2 = 2\left(\frac{2}{3}\right) + 2\left(-\frac{1}{3}\right) = \frac{2}{3}$$

Предположим, что запас первого ресурса увеличился на 30 единиц. Как это повлияет на управленческое решение, а именно на оптимальную производственную программу и прибыль? Воспользуемся коэффициентами чувствительности a_1^1 и a_2^1 .

Так как $a_1^1 = -\frac{1}{3}$, следовательно при увеличении запаса первого ресурса на 30 единиц, оптимальный объем производства первой продукции уменьшится на $30 \cdot \frac{1}{3} = 10$ единиц.

Так как $a_2^1 = \frac{2}{3}$, следовательно, при увеличении запаса первого ресурса на 30 единиц, оптимальный объем производства второй продукции увеличится на $30 \cdot \frac{2}{3} = 20$ единиц.

Так как коэффициент чувствительности $z_1 = \frac{2}{3}$, следовательно, при увеличении запаса первого ресурса на 30 единиц, максимальное значение прибыли увеличится на $30 \cdot \frac{2}{3} = 20$ единиц.

Аналогично можно провести анализ чувствительности оптимального решения при изменении запасов по другим ресурсам.

3.3 Оценка устойчивости управленческих решений

Под устойчивостью управленческих решений в задачах оптимизации обычно понимают неизменность опорного базиса системы. В задаче, рассматриваемой в курсовом проекте, опорный базис – ситуация, при которой сохраняется номенклатура выгодной и невыгодной продукции, а также номенклатура дефицитных и недефицитных ресурсов.

Рассмотрим общетеоретический подход к задаче исследования устойчивости опорного базиса системы. Предположим, что возникли возмещения по некоторому дефицитному ресурсу Δb_{si} . Это изменение приведет к изменению значений переменных x_j , а именно $\Delta x_j = a_j^s \Delta b_s$.

Если известно оптимальное значение переменной x_j^0 , то новое значение переменной x_j^H определяется как:

$$x_j^H = x_j^0 + \Delta x_j = x_j^0 + a_j^s \Delta b_s \quad (3.8)$$

Условием неизменности базиса является тот факт, что объем продукции j должен быть положительным $x_j^H > 0$. Если он станет равным нулю, следовательно, продукция не будет включена в производственную программу, то есть она из разряда «выгодных» перейдет в «невыгодные», Математически это условие запишется как:

$$x_j^0 + a_j^s \Delta b_s > 0 \text{ или } \Delta b_s > -\frac{x_j^0}{a_j^s} \quad (3.9)$$

Это выражение позволяет сделать аналитическую оценку величины изменения Δb_s , которое не приводит к смене опорного базиса системы.

Рассмотри возможный диапазон колебания дефицитного ресурса Δb_s . Если $a_j^s > 0$, то добавление ресурса s приведет к увеличению объема выпуска j -той продукции, следовательно, в этом случае изменение опорного базиса системы не произойдет. Если $a_j^s < 0$, то добавление ресурса s может привести к изменению опорного базиса, то есть объем выпуска j -той продукции может стать равным нулю, то есть продукция не будет выпускаться.

Рассмотрим недефицитный ресурс b_i , для него резерв $y_i \neq 0$ и рассчитывается как $y_i = b_i - \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j^0$. Предположим, возникло возмущение по запасу дефицитного ресурса Δb_s , оно приведет к изменению значений переменных Δx_j . В свою очередь, изменение Δx_j приведет к изменению запасов недефицитных ресурсов Δy_i ($\Delta b_s \rightarrow \Delta x_j \rightarrow \Delta y_i$). Следовательно, может возникнуть такая ситуация, когда Δb_s приведет к тому, что запас недефицитного ресурса станет равным нулю ($\Delta y_i = 0$). Это означает, что недефицитный ресурс стал дефицитным, то есть изменилась номенклатура ресурсов и произошла смена опорного базиса системы. В этом случае математическая формулировка условия неизменности базиса имеет вид:

$$y_i^H = y_i + \Delta y_i > 0 \quad (3.10)$$

Пример 2.

Проведем анализ устойчивости опорного базиса системы для задачи, рассмотренной в примере 1.

$$\begin{aligned} \Phi &= 2x_1 + 2x_2 \rightarrow \max \\ \begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 100 & b_1 \\ 2x_1 + x_2 \leq 100 & b_2 \\ 2x_1 + 2x_2 \leq 300 & b_3 \end{cases} \end{aligned} \quad (3.11)$$

Оптимальным решением задачи является $x_1^o = 100/3, x_2^o = 100/3, \Phi^o = 400/3$.

Резервы по ресурсам равны $y_1 = 0, y_2 = 0, y_3 = 500/3$. Отсюда исходный опорный базис системы представляет собой: две «выгодные», первый и второй ресурс дефицитный, третий недефицитный.

Используя выражение (3.9) определим диапазон изменения запасов дефицитных ресурсов b_1 и b_2 , в рамках которого смена опорного базиса не произойдет:

$$\Delta b_{1,1} = -\frac{x_1^0}{a_1^1} = -(-)\frac{100 \cdot 3}{3} = 100$$

$$\Delta b_{1,2} = -\frac{x_2^0}{a_2^1} = -\frac{100 \cdot 3}{3 \cdot 2} = -50$$

Следовательно, если запас первого ресурса увеличится на 100 единиц или уменьшится на 50, произойдет смена опорного базиса системы (Рис.3). В первом случае первая продукция станет «невыгодной», во втором- вторая.

Аналогично для второго ресурса:

$$\Delta b_{2,1} = -\frac{x_1^0}{a_1^2} = -\frac{100 \cdot 3}{3 \cdot 2} = -50$$

$$\Delta b_{2,2} = -\frac{x_2^0}{a_2^2} = -(-)\frac{100 \cdot 3}{3} = 100$$

Следовательно, если запас второго ресурса уменьшится на 50 или увеличится на 100 единиц, произойдет смена опорного базиса системы (Рис.3). В первом случае вторая продукция станет «невыгодной», во втором- первая.

При увеличении запаса третьего (недефицитного) ресурса смена опорного базиса не произойдет (рис.3), а при уменьшении на некоторую величину Δb_3 , возникает ситуация, когда ресурс становится дефицитным. Из выражения (3.10) следует, что $\Delta b_3 = -y_3 = -500/3$.

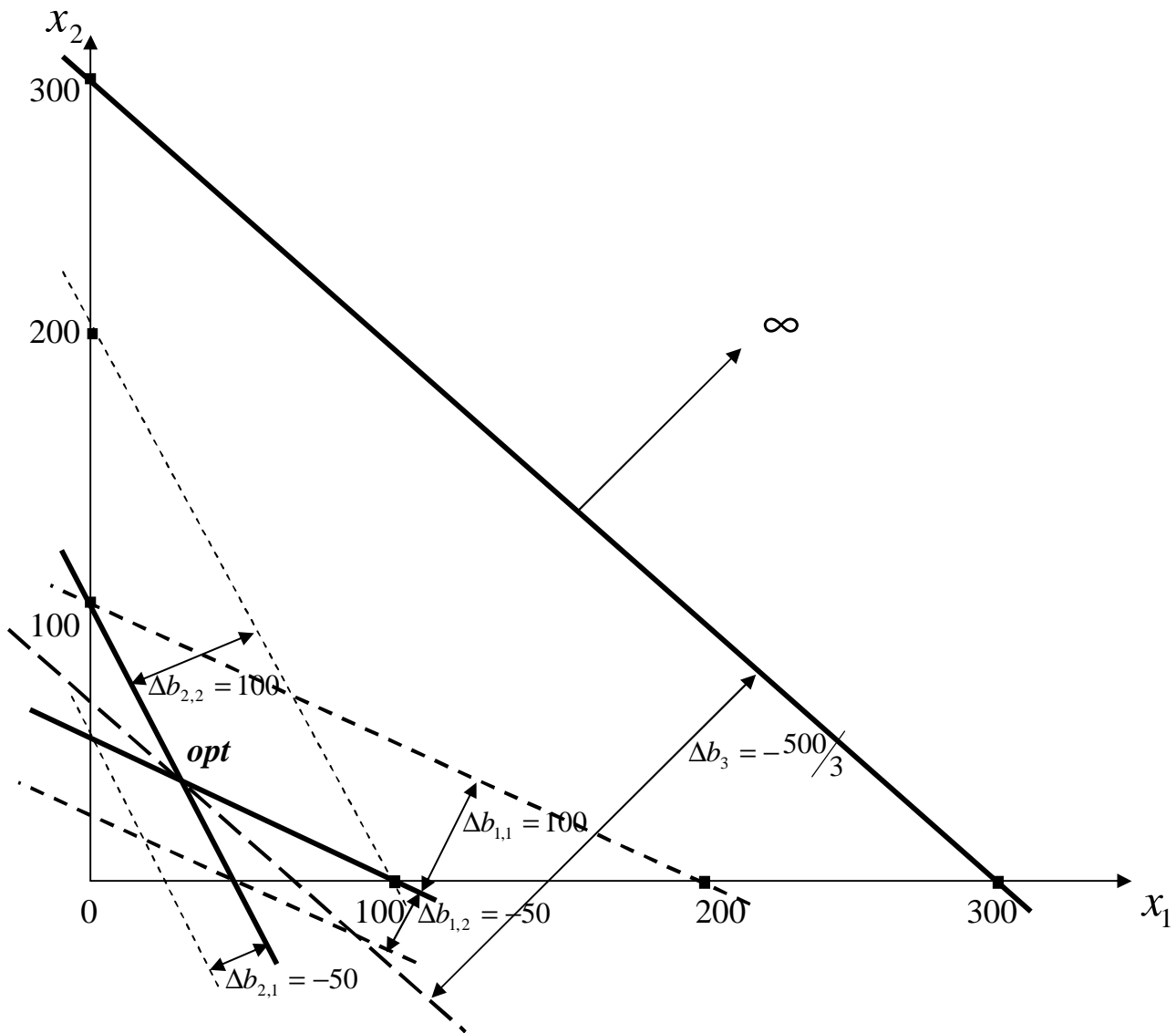


Рис.3 Графическая интерпретация устойчивости опорного базиса системы

После проведения всех расчетов в разделе 2 и 3, результаты представляются в виде таблицы:

Таблица 2. Итоговые результаты расчета

	t_{0+1}	t_{0+2}	t_{0+3}	t_{0+4}	t_{0+5}	Сумма
X_1
X_2
C_1	-
C_2	-
C_p	-
Pr
Pr^-
Pr^+

4. Принятие решений по реорганизации производства

Сохраняются в силе все рассуждения, изложенные выше. Но, у фирмы имеется возможность, за счет внедрения новой технологии повысить качество второй продукции. Стоимость затрат, связанных с приобретением и внедрением новой технологии (единовременные капиталовложения) обозначим через K . Повышение качества второй продукции позволяет реализовать ее по цене на 10% выше прогнозной. Необходимо оценить эффективность данного инвестиционного проекта, с учетом того, что срок реализации проекта равен пяти годам.

Инвестиционный проект считается эффективным или привлекательным, если показатель чистого дисконтированного дохода (NPV) на конец срока реализации проекта больше нуля. Чистый дисконтированный доход определяется следующим образом:

$$NPV = \sum_{i=1}^n D_i - K \quad (4.1)$$

где D_i – дисконтированный доход в i -том году рассчитывается как:

$$D_i = \frac{\Delta Pr_i}{(1 + g)^i} \quad (4.2)$$

Здесь ΔPr_i – дополнительный доход на конец i -ого года; g – норма дисконта.

Дополнительный доход в i -том году определяется следующим образом:

$$\Delta Pr_i = Pr_i^* - Pr_i = (C_1 - b_1 C_p) X_1^* + (1,1 C_2 - b_2 C_p) X_2^* - (C_1 - b_1 C_p) X_1^{opt} - (C_2 - b_2 C_p) X_2^{opt}$$

Где X_1^*, X_2^* обозначены оптимальные объемы производства первой и второй продукции, после увеличения цены на вторую продукцию.

Самостоятельно докажите, что увеличение цены на вторую продукцию на 10%, не приведет к изменению оптимальной производственной программы. То есть $X_1^* = X_1^{opt}, X_2^* = X_2^{opt}$.

Тогда окончательная формула для расчета дополнительного дохода примет вид:

$$\Delta Pr_i = 0,1C_{2i}X_{2i} \quad (4.3)$$

Расчет чистого дисконтированного дохода можно оформить в виде следующей таблицы (для всех вариантов $K = 300$, $g = 0,1$):

	t_{0+1}	t_{0+2}	t_{0+3}	t_{0+4}	t_{0+5}
X_2^{opt}
C_2
ΔPr_i
D_i
NPV

Срок окупаемости определяется моментом, когда накопленные дисконтированные дополнительные доходы сравниваются с K и, следовательно, чистый дисконтированный доход будет равен нулю.

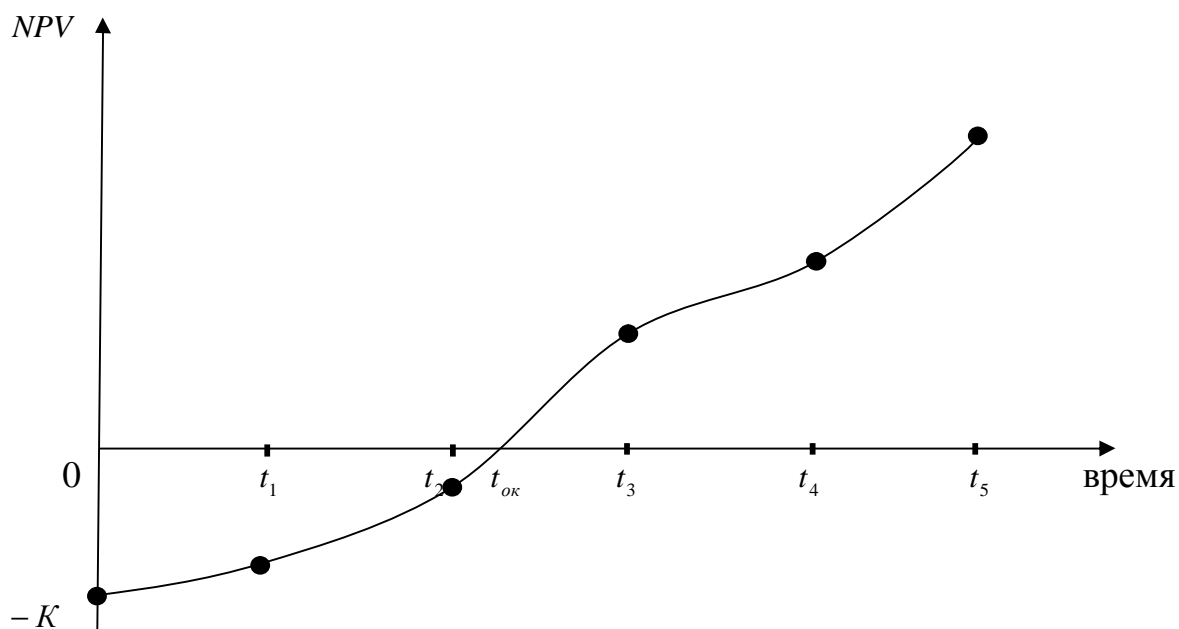


Рис.4 График изменения чистого дисконтированного дохода во времени

Из графика на Рис.4 видно, что проекта окупится в течении третьего года реализации. В курсовом проекте рассчитайте срок окупаемости с точностью до месяца.

5. Задание

1. На основе содержательной постановки задачи проведите ее математическую формализацию.

2. Используя статистическую информацию об изменении цены на первую и вторую продукции, цены на ресурс и объема продаж (спроса), постройте уравнения регрессии первого порядка для каждого параметра. На основе уравнений регрессии рассчитайте прогнозные значения исследуемых параметров на пять будущих периодов.

3. На основе математической постановки задачи, с учетом результатов прогноза изменения параметров системы, рассчитайте оптимальные производственные программы предприятия по критерию максимизации прибыли.

3.1 Определите оптимальные объемы производства для оптимистического и пессимистического сценария развития событий.

3.2 Дайте графическую интерпретацию решения оптимизационной задачи (для одного года).

3.3 Проведите оценку чувствительности результатов расчета оптимальной производственной программы (для первого года при номинальных значениях параметров) и исследуйте устойчивость опорного базиса системы.

4. Определите срок окупаемости инвестиционного проекта по реорганизации производства.

Варианты заданий

Статистическая информация об изменении цены на первую продукцию

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>t0-10</i>	26,5	26,3	28,1	27,2	27,4	27,0	26,7	27,0	27,8	26,7	26,8	27,5	26,7	28,2	27,7	27,3	27,6	27,3	26,9	27,3	27,1	26,9	27,0	27,8	27,9	27,4	26,6	26,7	27,0	26,8
<i>t0-9</i>	27,3	27,0	28,7	28,8	28,1	26,9	27,5	27,7	28,8	27,1	27,2	28,7	27,8	29,2	29,0	28,5	28,7	28,5	28,4	28,3	29,2	26,9	27,3	28,6	28,7	27,5	27,9	27,7	27,5	28,1
<i>t0-8</i>	27,6	27,2	30,4	30,2	28,7	27,7	27,3	28,8	29,1	27,9	28,5	30,1	28,1	30,2	29,3	29,9	30,8	30,4	29,0	28,8	30,2	27,7	27,5	29,9	30,1	28,1	28,1	28,4	27,4	28,8
<i>t0-7</i>	27,7	27,2	31,2	31,1	28,7	28,1	28,3	28,7	30,7	28,4	28,8	31,5	29,1	31,8	30,2	30,9	32,0	31,3	29,8	29,9	31,1	28,3	28,4	31,0	31,7	28,7	28,9	29,1	27,5	29,9
<i>t0-6</i>	28,2	27,7	32,9	32,5	29,3	28,7	28,1	29,7	30,8	29,2	28,8	32,9	29,5	33,2	31,6	32,2	33,2	32,7	30,8	30,7	32,4	28,7	28,1	32,7	32,6	28,9	29,1	29,7	27,8	30,8
<i>t0-5</i>	28,5	28,2	33,4	34,0	30,3	28,8	28,5	30,4	31,8	29,7	29,5	33,6	30,1	34,7	32,9	33,1	34,2	34,0	30,7	31,5	33,3	29,0	29,2	33,0	33,6	29,3	30,1	30,5	28,6	30,8
<i>t0-4</i>	28,9	28,0	35,3	34,9	30,5	29,9	29,5	30,8	32,9	29,4	30,1	35,2	31,3	35,9	34,2	34,3	35,9	35,5	31,6	32,8	34,6	29,9	28,8	34,3	35,1	29,7	30,6	31,9	29,2	31,8
<i>t0-3</i>	29,4	28,9	35,8	35,6	31,4	30,2	30,1	31,4	34,0	30,6	31,0	36,5	31,1	37,4	34,6	36,2	37,3	36,8	32,5	33,5	35,4	30,3	29,0	35,6	36,0	30,8	31,1	31,8	28,9	31,8
<i>t0-2</i>	29,8	28,6	37,4	37,0	31,6	30,5	30,5	32,1	34,8	30,4	31,0	37,1	31,8	38,8	36,1	37,0	37,7	37,8	33,4	33,8	36,6	30,3	29,7	36,8	37,6	30,6	31,6	33,3	29,5	32,8
<i>t0-1</i>	29,7	29,4	38,9	38,8	32,6	31,3	30,8	33,5	36,0	31,2	31,2	38,4	32,2	39,8	37,4	38,2	39,1	39,4	33,8	34,4	38,0	31,1	29,9	38,5	38,8	31,4	31,4	34,1	30,0	33,8
<i>t0</i>	30,7	28,8	39,8	39,2	32,8	31,5	31,1	33,4	37,3	31,8	32,6	39,7	33,7	41,1	37,7	39,1	40,6	40,8	34,9	36,1	38,8	30,9	30,5	39,6	39,7	31,6	32,2	34,6	29,9	34,8

Статистическая информация об изменении цены на вторую продукцию

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
t0-10	18,0	17,6	18,5	18,6	18,8	18,4	18,4	18,4	18,2	19,1	18,3	17,6	18,3	18,9	19,0	18,4	18,9	17,9	18,6	18,4	18,1	18,6	18,3	18,3	17,8	18,6	18,3	18,7	18,5	17
t0-9	18,0	17,9	19,5	19,2	18,8	19,4	19,9	18,7	18,4	19,9	19,9	17,8	19,5	19,1	20,2	18,4	19,7	18,4	18,5	18,7	19,3	19,1	19,5	18,3	18,8	18,6	17,9	19,5	19,3	18
t0-8	18,1	18,2	19,9	19,9	19,6	21,0	19,8	19,3	18,8	21,1	21,2	18,8	19,6	20,8	20,9	19,1	19,9	19,1	19,3	19,2	19,6	19,5	20,4	18,9	19,0	19,2	18,8	21,0	20,5	19
t0-7	19,1	18,3	20,2	20,7	21,4	21,3	21,4	19,9	19,4	22,3	21,6	19,3	21,1	21,4	21,6	19,3	21,7	19,4	19,7	19,1	20,6	20,7	21,6	18,5	19,7	20,2	19,8	21,7	21,4	19
t0-6	19,6	18,6	21,8	21,2	21,8	23,0	22,4	20,8	20,1	23,7	23,6	19,9	22,2	22,8	22,9	20,0	22,6	19,4	21,0	20,5	21,4	22,1	22,7	19,5	20,2	20,7	20,2	22,2	22,3	19
t0-5	20,0	18,6	22,5	22,4	23,1	23,3	23,0	21,1	20,2	24,0	24,0	20,2	22,7	23,8	24,1	21,0	23,1	20,4	21,0	20,7	22,2	22,2	23,1	20,1	20,8	20,9	19,8	23,5	23,5	20
t0-4	20,3	19,7	22,9	23,2	23,3	24,5	23,8	21,0	20,7	25,3	25,5	19,8	23,2	24,0	25,3	21,0	24,0	20,8	22,3	20,9	22,6	23,0	24,6	19,5	20,8	22,1	20,6	24,3	24,3	21
t0-3	20,0	19,7	23,7	23,8	24,6	25,3	24,6	22,5	21,2	26,6	26,8	20,9	23,9	25,1	26,9	21,3	25,2	20,4	22,2	21,5	23,1	23,6	25,3	20,9	21,3	22,7	20,9	25,3	25,0	20
t0-2	20,3	19,8	24,4	24,8	25,6	26,7	26,2	22,5	21,6	28,0	27,9	21,4	25,3	26,6	28,0	21,9	26,0	20,9	22,9	21,9	23,7	24,6	26,2	20,9	22,7	23,5	21,6	27,0	26,0	21
t0-1	20,9	19,7	24,9	25,8	26,4	27,9	26,4	23,0	21,9	29,4	28,9	21,8	25,9	27,5	29,3	22,8	27,4	21,5	24,1	22,2	24,6	25,5	27,7	21,5	22,8	23,9	21,8	27,2	26,8	21
t0	21,6	20,6	26,3	26,0	26,9	29,3	27,9	23,8	23,1	30,7	30,1	21,6	27,3	28,4	30,2	23,1	28,1	22,0	24,4	22,7	25,6	26,4	27,9	21,3	23,0	24,3	22,0	28,9	27,7	22

Статистическая информация об изменении цены на ресурс

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
t0-10	5,8	5,7	6,1	5,3	5,2	5,3	5,6	5,3	5,3	5,2	5,9	5,5	5,8	5,9	5,3	5,3	5,9	5,2	5,5	5,4	5,9	6,0	5,5	5,7	5,7	5,2	5,3	5,2	5,5	6,0
t0-9	6,0	6,1	6,3	6,3	5,3	6,0	5,6	5,6	5,4	5,4	6,0	5,9	6,1	6,2	6,2	6,3	5,6	5,7	5,4	6,2	5,4	6,0	6,0	5,9	5,6	6,0	6,2	6,1	5,5	6,0
t0-8	5,7	5,9	5,7	5,7	5,8	5,6	5,6	6,0	6,1	6,4	6,3	6,3	5,8	5,9	6,2	6,0	6,2	6,2	6,2	5,8	6,4	5,4	6,0	6,3	6,3	6,2	5,5	5,9	6,4	6,0
t0-7	5,8	5,9	6,1	5,9	6,0	6,5	6,5	5,8	6,3	6,2	6,3	6,1	6,3	6,5	5,8	6,2	5,9	6,4	5,7	5,7	6,0	6,0	5,4	5,9	5,7	5,7	6,2	6,6	6,0	6,0
t0-6	6,2	6,2	6,5	6,2	6,1	5,9	6,2	5,9	5,8	6,4	5,9	5,9	6,2	6,1	6,7	6,1	6,2	6,7	5,6	6,7	5,9	6,2	5,8	6,4	6,6	6,1	5,9	6,8	6,2	5,9
t0-5	5,8	6,2	6,1	6,1	6,5	5,8	6,5	6,4	6,0	6,5	6,5	6,7	6,1	6,2	6,2	6,5	6,7	6,1	5,8	6,0	6,2	6,0	6,3	6,4	6,3	6,4	6,5	6,0	6,0	6,0
t0-4	6,2	6,2	6,2	6,5	6,4	6,1	6,2	6,5	6,2	6,0	5,7	6,8	6,2	7,1	7,2	6,8	6,9	6,2	6,2	6,6	6,8	6,2	6,6	5,9	7,0	6,0	6,9	6,7	6,6	6,0
t0-3	6,3	6,0	7,2	7,1	6,7	6,4	6,9	6,5	6,8	6,2	6,5	6,4	6,2	7,1	6,8	6,5	6,6	6,5	6,0	6,5	7,1	6,2	6,7	6,6	7,2	6,2	6,8	6,5	6,2	6,0
t0-2	6,6	6,5	6,6	7,5	6,2	6,5	7,0	7,1	6,6	6,4	6,0	7,0	6,7	7,2	7,1	7,5	7,1	7,0	6,3	7,0	6,7	6,3	6,9	6,6	6,7	6,4	7,2	6,5	7,0	6,0
t0-1	6,4	6,4	7,2	7,8	7,1	7,0	7,0	6,5	6,6	6,4	6,4	6,8	6,8	7,1	7,5	7,7	7,2	7,4	6,0	6,7	7,7	6,5	6,0	6,2	6,9	6,4	7,1	6,8	6,9	7,0
t0	6,8	6,5	7,2	7,9	7,3	7,3	7,0	6,5	7,3	6,8	6,3	6,8	6,9	7,0	7,3	7,3	7,6	7,3	7,0	7,0	7,0	6,7	6,4	6,6	7,1	6,9	7,5	7,2	6,4	7,0

Статистическая информация об изменении объема продаж (спроса) на первую продукцию

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>t0-10</i>	386	385	385	386	386	386	387	386	386	386	386	386	386	386	387	386	386	387	386	385	386	386	386	386	386	386	386	386	387	386
<i>t0-9</i>	391	389	391	392	391	392	392	391	392	392	392	391	391	392	392	390	391	392	392	390	391	390	392	391	392	391	391	391	392	391
<i>t0-8</i>	395	393	397	398	396	398	398	396	397	398	397	397	397	398	397	396	397	397	397	396	396	396	397	396	398	396	396	396	397	396
<i>t0-7</i>	400	397	401	403	401	404	403	401	402	403	403	402	402	404	404	401	403	403	403	401	401	401	403	401	404	400	401	402	403	401
<i>t0-6</i>	405	401	407	409	406	409	409	406	408	409	408	407	407	409	409	406	408	409	408	406	406	406	408	406	409	406	407	407	409	401
<i>t0-5</i>	410	404	412	415	411	415	415	412	413	415	414	412	412	414	415	411	415	414	414	411	412	411	413	411	415	411	412	413	414	411
<i>t0-4</i>	416	408	417	421	416	421	421	417	419	421	419	419	418	419	420	416	420	420	420	416	417	416	419	417	421	416	417	418	419	411
<i>t0-3</i>	420	413	422	426	422	426	426	422	425	426	425	423	423	426	426	421	425	425	425	421	421	421	425	422	427	421	421	423	426	421
<i>t0-2</i>	425	416	427	432	426	432	432	428	430	432	430	429	429	431	432	427	431	431	430	426	427	426	430	427	433	426	427	428	430	421
<i>t0-1</i>	431	421	433	439	432	437	438	432	435	438	436	435	434	437	437	431	436	437	436	431	432	431	436	432	438	431	432	434	436	421
<i>t0</i>	435	424	438	444	437	443	444	437	441	443	441	439	439	443	443	437	442	443	442	437	437	436	441	437	444	437	438	439	442	421

Статистическая информация об изменении объема продаж (спроса) на вторую продукцию

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
t0-10	189	184	189	191	190	190	190	190	190	190	190	191	191	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190		
t0-9	198	188	200	200	199	200	199	200	200	199	199	200	200	200	199	200	200	200	199	200	200	199	200	199	200	199	199	200	199	200	
t0-8	208	193	209	210	208	210	208	210	209	209	207	210	209	209	210	210	210	210	208	208	210	209	210	209	209	209	209	207	210	209	200
t0-7	216	196	218	219	217	219	217	219	219	218	217	219	219	219	219	219	219	219	220	218	218	219	218	219	218	219	218	216	219	218	210
t0-6	225	200	227	229	226	228	227	228	228	228	226	229	228	228	229	229	229	229	228	227	229	227	229	228	229	228	226	229	227	220	
t0-5	234	205	237	239	235	238	236	237	238	237	235	238	238	237	238	238	238	238	239	236	237	240	237	238	237	238	237	235	239	236	230
t0-4	243	208	246	249	243	248	245	247	247	247	244	248	248	248	248	248	248	248	248	246	246	249	246	248	247	249	247	244	248	246	240
t0-3	252	212	256	259	253	258	254	256	257	257	254	258	258	257	257	258	258	258	258	255	256	259	256	258	255	258	256	253	259	254	240
t0-2	262	217	265	268	262	267	263	267	266	266	262	267	267	267	268	267	267	268	265	266	268	264	267	265	268	266	262	268	263	260	
t0-1	270	220	275	279	271	277	273	276	276	276	272	277	277	276	277	277	276	278	274	275	278	274	277	275	277	276	271	278	273	260	
t0	279	225	284	288	280	286	282	285	286	286	281	287	286	286	286	287	286	288	284	285	288	284	286	284	288	285	281	288	283	260	

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»(СГАУ)

Засканов В. Г., Иванов Д. Ю., Гришанов Г.М.

Системы поддержки принятия решений

Методические указания для самостоятельной работы

**Самара
2013**

УДК 519.711.3(075) ББК 65.050.2Я7
З-36

Засканов В.Г., Иванов Д.Ю., Гришанов Г.М.

Системы поддержки принятия решений [Электронный ресурс] : метод. указания для самостоятельной работы / В. Г. Засканов, Д. Ю. Иванов, Г. М. Гришанов; М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т).-Электрон. текстовые и граф. дан.(0,7МБайт) - Самара, 2013.

Электронный курс предназначен для студентов факультета экономики и управления, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 080500.62 «Бизнес-информатика», изучающих дисциплину «Системы поддержки принятия решений» в 6 семестре.

Курс разработан на кафедре организации производства.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2013

ВВЕДЕНИЕ

Цель изучения дисциплины – овладение современными методами принятия решений, позволяющие лицу, принимающему решение (ЛПР), сочетать собственные субъективные предпочтения с компьютерным анализом ситуации в процессе выработки решений, а также облегчить методические трудности ЛПР при компьютерной поддержке принятия решений.

Основными задачами изучения дисциплины являются: овладения приемами формализации методов получения исходных и промежуточных оценок, даваемых ЛПР, и алгоритмизации самого процесса выработки решения на основе математических моделей и функций; овладение методами формального компьютерного анализа решения сложных проблем на основе изучения формализованных процедур генерации возможных вариантов решений, их ранжирования, оценки и оптимизации с помощью компьютерных систем поддержки принятия решений (СППР).

В результате изучения дисциплины студент должен **знать**:

- § основные задачи компьютерных СППР;
 - § факторы, определяющие характер человеко-машинных процедур поддержки принятия решений (характер распределенности СППР; типы структурированности проблем, решаемых с помощью СППР; характер ситуации, в которой ЛПР принимает решение; типы компьютерного анализа ситуаций, проводимого СППР);
 - § базовые принципы функционирования компьютерных СППР;
 - § формализованные процедуры порождения сценариев действий;
 - § язык формализованных оценок согласования параметров и алгоритмов, по которым осуществляется ранжирование сценариев в СППР;
 - § основы игрового компьютерного моделирования возможного развития ситуации при принятии того или иного решения;
 - § принципы организации компьютерного взаимодействия в распределенных СППР.
- Студент должен **уметь применять**:

- § выявлять предпочтения ЛПР с помощью компьютерных СППР;

- § formalizovat' process generatsii reshenii, spiska alternativ;
- § ranzhirovat' kriterii i davat' kriterialnye ocenki fizicheskim parametram, vliyayushim na reshaemuyu problemu;
- § ispol'zovat' formalizovannye protsedury soglasovaniya pri prinyatii kollektivnykh reshenii, ispol'zovat' formalnye protsedury dinamicheskogo komp'yuternogo analiza vozmozhnykh posledstviy prinyimaemykh reshenii i na etoy osnove vybrat' luchshiy variant, privodyashiy k resheniyu problemy.

Содержание разделов дисциплины для самостоятельного изучения

Раздел 1. Цель, задачи и содержание дисциплины.

Сравнение свойств человека и некоторых качественных характеристик компьютера. Компьютерная поддержка принятия решений в общей концепции управления современными фирмами. Как управлять фирмой в компьютерный век. Укрупненная схема фирмы: производство, организация и управление. Приоритеты использования человека и компьютера в информационных системах, системах принятия решений и СППР.

Раздел 2. Системы поддержки принятия решений.

Принцип "Электронной головы" при принятии решений. Отличие задач, связанных с принятием решений, от традиционных оптимизационных задач. Методологические трудности использования ЭВМ для поддержки принятия решений. Особенности поддержки принятия решений. Задачи компьютерных СППР. Характер оценки результата решения, принимаемого с помощью СППР. Характер ситуации, в которой ЛПР принимает решения с помощью СППР. Типы компьютерного анализа ситуаций, производимого СППР.

Раздел 3. Функционирование компьютерных систем поддержки принятия решений.

Структура распределенной СППР. Многопользовательский интерфейс. Генерация возможных решений (сценариев). Согласование решений, основные методы, их краткая характеристика. Оценка возможных решений (сценариев). Компьютерный анализ динамики развития ситуаций. Выбор решения (сценария).

Раздел 4. Информационно-логические основы построения персонального компьютера (ПК).

Представление информации в ЭВМ: системы счисления, правила перевода из одной системы счисления в другую, представление чисел с фиксированной и плавающей запятой, арифметические действия над машинными кодами, коды ASCII. Логические основы построения ПК: основы алгебры логики, логические функции и таблицы истинности, алгебра логики и ее законы, формы представления логических функций, логический синтез вычислительных схем.

Раздел 5. Оценка возможных решений в соответствии с предпочтениями руководителя .

Идеология формализации оценок. Математическая формулировка задачи на основе оценки сложившейся ситуации и ограничений, накладываемой внешней средой. Размытое ранжирование. Формирование набора критериев и оценка их важности. Оценка возможных решений методом функций предпочтения ЛПР. Формирование базового пространства и функций предпочтения ЛПР. Примеры оценки возможных сценариев с помощью функций предпочтения ЛПР. Компьютерный анализ динамики ситуации на основе функций предпочтения ЛПР.

Раздел 6. Согласование групповых решений на основе предпочтений ЛПР в распределенных вычислительных системах поддержки принятия решений.

Взаимодействие специалистов в процессе согласования групповых решений методом идеальной точки. Согласование групповых решений методом ранжирования по Парето.

Раздел 7. Организация компьютерного взаимодействия в распределенных системах поддержки принятия решений. (9 час.).

Структуры распределенных вычислительных систем. Организация обмена информацией между ЛПР в распределенных вычислительных системах поддержки принятия решений. Диспетчеризация процессов и агентов в распределенных системах поддержки принятия решений. Единица загрузки узла распределенной системы поддержки принятия решений.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью практикума и самостоятельной работы студентов является систематизация, закрепление и углубление теоретических знаний и умений, полученных в процессе обучения. В процессе выполнения лабораторных работ необходимо показать умелое применение полученных в процессе обучения знаний и навыков при решении задач. С целью формирования практических навыков, знаний, полученных при изучении дисциплины “Системы поддержки принятия решений ” предусмотрено выполнение лабораторных работ с использованием пакетов прикладных программ, таких как “ПРАИС”, ”ВЫБОР”, Matlab. Возможна разработка индивидуальных (оригинальных) программ на одном из алгоритмических языков высокого уровня. Выбор применяемых программных средств должен быть обоснован в отчете по практике. Если задача решалась аналитически, то необходимо сравнить ход и результат решения одной и той же задачи, полученными разными способами. Рекомендуется применять в ходе выполнения работ пошаговый метод с выводом промежуточных результатов на экран.

При выполнении самостоятельных работ акцент делается на формирование навыков работы студентов с научно-технической литературой; работы с сетью Internet; на систематизацию материала для решения поставленных задач; на формирование навыков оформления результатов выполненных работ (пояснительной записки, ссылок на литературные источники, выводе по работе). Индивидуальные задания на самостоятельную работу студент получает у преподавателя в соответствии с предлагаемым перечнем их тематик. Рекомендуемая форма их оформления – рефераты. Защита работы проводится индивидуально каждым студентом. Студент делает сообщение и отвечает на вопросы преподавателя.

Примерный перечень самостоятельных работ

1. Методы разработки и реализации СППР. Организация диалога в СППР.
2. Современные СППР в задачах принятия коллективных решений. Перспективы их развития.
3. Выбор лучших вариантов ЛПР и обучение ЛПР.
4. Компьютерный анализ динамики ситуации на основе функций предпочтения ЛПР при определении политики инвестиций.
5. Оценка возможных решений методом отношений предпочтения ЛПР на примере выбора проектного решения.
6. Оценка возможных решений методом кусочно-линейной аппроксимации на примере принятия решений о выпуске новой продукции.
7. Согласование групповых решений с использованием функций или отношений предпочтения ЛПР при планировании семейного бюджета.
8. Согласование групповых решений с использованием метода уступок при выборе вида для поступления.
9. Языковые средства описания асинхронных параллельных процессов.
10. Основы объектно-ориентированного языка программирования Java.
11. Обмен сообщениями между агентами в распределенных вычислительных СППР.

12. Механизм семафоры как языковое средство синхронизации параллельной работы процессов.
13. Определение приоритета задач, решаемых в распределенной СППР.
14. Диспетчеризация задач в узле сети.
15. Мониторинг управления вычислительным процессом в распределенной СППР.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Теория принятия решений, развивающаяся отрасль науки и техники, нацеленная на создание методов, программных продуктов поддержки деятельности специалистов, работающих над разнообразными задачами управления, выбора. Наиболее сложное приложение автоматической процедуры принятия решений находят в компьютерных средах роботов и автоматических технических систем, имитирующих разумные действия человека.

Дисциплина «Системы поддержки принятия решений» должна помочь изучить специфику и математическое наполнение процедур принятия решений. Самостоятельная работа студентов должна способствовать и формированию собственного подхода к формулированию критериев принятия решений.

Статистический анализ, ранжирование ситуаций, формирование таблиц полезности или риска, классические, производные критерии принятия решений, оптимизация процессов в принятии решений, принятия решений по множеству критериев - вот краткий перечень вопросов подлежащих детальному изучению при выполнении контрольных самостоятельных работ (КСР). Нарботанный материал проверяется на правильность и достаточность в ходе курсового проектирования.

Полученные файлы обрабатываются использованием математических пакетов Mathcad 14 и выше либо Matlab 7.1 .

Перед началом работ изучите нижеперечисленные правила и выполняйте их:

1. Контрольная самостоятельная работа, предшествующая этапу выполнения курсового проекта, создает платформу для выполнения последнего.

2. Проработайте теоретические вопросы по конспекту лекций и литературным источникам, выполните КСР.

3. На первой работе подготовьте **личную рабочую папку** в общей папке курсового проекта. Помните, все ваши документы должны находиться только в вашей личной папке. В конце работы архивируйте ваши документы.

4. В общих материалах Вам предлагаются примеры выполнения работ. Можете использовать их как электронные книги, но при этом копируйте документы, в свою папку. По возможности, согласовав предмет исследований с преподавателем, стремитесь наработать материал для вашей курсовой работы, научных исследований.

5. Каждую работу начинайте с четкой формулировки целей исследований.

6. **Обязательно**, в начале каждой КСР создайте документ будущего отчета. Все материалы работы, включая описание цели и объектов, вносите поэтапно, используя механизмы вставки объектов. Помните, только отчет является достаточным итоговым документом, подтверждающим выполнение Вами работы

7. Не стремитесь использовать исходные файлы объектов размером более 100 Кбайт.

КОНТРОЛЬНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 1

ДЕРЕВЬЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И ИХ НАПОЛНЕНИЕ

Цель КСР: проверка изученных методик построения деревьев принятия решений; расчет выделенных путей в массивах данных и команд; статистический анализ и ранжирование ситуаций.

Общие сведения

В различных областях приложения интеллектуальных систем ведутся интенсивные работы по поиску и поддержке процедур принятия решений. От уровня управления государством до разработчиков самых различных программ устанавливается терминология этой науки. Многие решения формулируются легче, если изобразить их графически. Подходящим вспомогательным средством для того, чтобы выстроить многоступенчатый процесс решения, является так называемый метод - «дерево решений».

В курсе и практикуме работа над принятием решения начинается с построения дерева решений (ДР). Это процесс итерационный и в значительной степени он позволяет последовательно пройти задачу от ее общей постановки до конечных исходов. Каждому исходу приписывается определенная полезность или риск. Вероятность каждого исхода подсчитывается, как произведение субъективных вероятностей на пути, идущем от вершины ДР. Метод деревьев решений позволяет подготовить расчет оптимальной стратегии по минимуму риска или максимуму полезности с учетом вероятности движения по ветвям ДР и рассчитать последнюю. Дерево напоминает граф. Оно отображает решения, события (состояния), последствия решений. На сегодня не установились графические символы интерпретации процессов, отображенных в структуре дерева. Рекомендуется использовать обозначения, приведенные в курсе лекций.

Доминируют два направления в развитии технологий формирования решений в системах искусственного интеллекта:

- технология вывода, основанная на правилах, известных математических моделях;
- технология вывода на прецедентах, учитывающая структуры аналогичные рассматриваемой и ориентированные на доработку, модификацию известных ДР.

Для использования последнего, к практикуму прилагаются примеры построения ДР в различных областях знаний.

1. Управленческие решения. Powered for XML Siter <http://xmlsiter.alee.ru/>
2. Балашов В.В. О поддержке анализа поведения встроенных вычислительных систем. МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, hbd@cs.msu.su
3. Выбор оружия. в гл. Деревья классификации и регрессии.
4. Абрамова Л.С., Капинус С.В. Анализ методов теории принятия решений с позиции управления дорожным движением.
5. Царев Михаил. Гл. 9.1. Дерево принятия решений. 2007 <http://rain.ifmo.ru/cat>.
6. Дерево принятия решений при проведении соревнований.
7. Л.А. Строкова. Использование алгоритма «дерева решений» в систематизации определяющих уравнений для грунтов. Известия Томского политехнического университета. 2009. Т. 314. № 5 с.101...105.
8. Загружаем скрипты без блокировки. Loading Scripts Without Blocking от Steve Souders.

Оцените пригодность предлагаемых вариантов методик, выберите подходящий для Вас вариант, при необходимости дополните его или сформулируйте свой вариант. Для прорисовки деревьев рекомендуется использовать Microsoft Office Visio

Ход КСР:

Студент:

1. Формулирует варианты индивидуального задания на КСР. Они должны быть связаны с темой курсовой работы, или с исследованиями проводимыми студентом не планово.
2. Согласовывает вариант задания с преподавателем.

3. Строит граф задачи.
4. Определяет структуры возможных ДР.
5. Оценивает приемлемость априорного определения составляющих описания ситуаций.
6. Определяется с структурой дерева принятия решений и зарисовывает ее.

Итогом работы над КСР №1 должна быть графическое изображение задачи. Выполняется КСР в виде письменного отчета. Рекомендуемый объем 2...3 листа рукописного текста с схемами и расчетами. В качестве входных реквизитов отчет должен содержать ФИО автора и дату на момент составления.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕРЕВЬЕВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ

Цель работы: освоение методов расчета сопровождающих ДР построенного при выполнении КСР №1; получение навыков проведения анализа информационных массивов с использованием методов математической статистики; анализ полезности или риска выбираемых путей решений.

Завершается работа формирование таблиц полезности или риска для решаемой задачи.

Общие сведения

Математическая статистика в курсе рассматривается как наука о статистических решениях, принимаемых при оценке характеристик исследуемых объектов и помех: случайных величин, событий, процессов, сигналов, потоков и т. п.

Достоверность оценок, доверительные интервалы их существования, виды законов распределения последних – важнейшие предпосылки рационального принятия решений.

По результатам оценки составляющих ситуации формируется статистическая гипотеза о виде и параметрах закона распределения. Непрерывные распределения удобны для аналитической оценки параметров исследуемых объектов. В практике

же эксперимента работают с дискретными пространствами, и наблюдаемые случайные величины характеризуются дискретными распределениями. Для анализа структуры и наполнения файлов необходимы программные средства доступа файлам.

Задание

1. Рассчитайте для каждой ветви дерева информационные последствия промежуточных решений (энтропию, увеличение объема информации).
2. Рассчитайте значения параметров наступления ситуаций, их доверительные интервалы, при неопределенности делайте нечеткие выводы по ситуациям и оцифровывайте их предполагаемые параметры.
3. При необходимости используйте возможность представления ситуаций в спектральных и т. п. мирах.
4. Заполните ячейки таблиц риска или полезности для Вашей задачи.
5. Рассчитайте по нескольким ячейкам таблицы (двух-трех) релевантность параметров для наиболее неблагоприятной точки доверительного интервала.

Содержание отчета

1. Уточненное дерево (деревья) принятия решений.
2. Математические формулировки и числовые значения рассчитанных параметров.
3. Полученные значения доверительных интервалов оценок параметров.
4. Итоговая таблица полезности или риска (при решении задачи через несколько слабосвязанных таблиц представить все таблицы).

КОНТРОЛЬНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 2

ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО РАЗЛИЧНЫМ КРИТЕРИЯМ И МНОЖЕСТВУ КРИТЕРИЕВ

Цель КСР: при выполнении работы осваиваются классические и производные критерии принятия решений; уточняется специфика процедур принятия решений по

множеству критериев; отрабатываются приемы оптимизации процессов принятия решений; формулируется новый критерий.

Общие сведения

В многокритериальной теории полезности важен труд Р. Кинни и Х. Райфа "Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения". В качестве дополнительных к общим аксиомам выступают аксиомы (условия) независимости, на основании которых доказываются теоремы о виде функции полезности. Авторы доказали, что при выполнении условия строгой условной независимости по полезности, функция полезности имеет либо аддитивный, либо мультипликативный вид, причем в простейшем, но широко используемом случае, общая функция полезности

$$U = \sum_{i=1}^N K_i U_i(x_i), \quad \sum_{i=1}^N K_i = 1$$
, где: K_i весовые коэффициенты критериев ($0 \leq K_i \leq 1$); $U_i(x_i)$ функции полезности по i -му критерию.

При неразрешимости задачи формулирования интегрального критерия полезности используют более сложный подход к иерархическому анализу решений по отдельным критериям. Саати Т. в своей работе "Принятие решений: метод анализа иерархий" использует дерево критериев, в котором общие критерии разделяются на группы. Для каждой группы критериев определяются коэффициенты важности. Альтернативы также сравниваются между собой по отдельным критериям с целью определения каждой из них. Средством определения коэффициентов важности критериев либо критериальной ценности альтернатив является попарное сравнение. Результат сравнения оценивается по бальной шкале. На основе таких сравнений вычисляются коэффициенты важности критериев, оценки альтернатив и находится общая оценка, как взвешенная сумма оценок критериев.

Оба варианта должны учитываться при работе над КСР.

Различных варианты выбора решения изложены в главе 4 электронной версии курса лекций. Это **классические** критерии принятия решений (минимаксный критерий принятия решения, критерий Байеса – Лапласа, азартного игрока или предельного оптимизма, Сэвиджа, произведений, расширенный минимаксный критерий),

производные (критерий Гурвица, Ходжа – Лемана, Геймейера, BL(ММ) критерий) и рекомендуемые, как **универсальные** (гибкий критерий принятия решения, адаптивный критерий Кофлера-Менга). Все перечисленные критерии должны быть включены в анализ при решении Вашей задачи. При учете нескольких критериев, формировании последовательности решений достаточно ограничиться двумя составными частями и двумя ступенями иерархии. В литературных источниках можно встретить устоявшиеся упрощенные названия схожих критериев (наименьшее зло, всё по максимуму, критерии нокаута, Буриданов осел, наихудший случай и т.п.). Понимание их и использование не требуется в КСР, однако учет специфики подобных критериев украсит Вашу работу.

В работе обязательно формулирование собственного, оригинального критерия.

Сложившаяся на сегодня методика поддержки принятия решений в большинстве случаев рекомендует последовательное прохождение следующих этапов:

- формирование деревьев принятия решений;
- анализ ситуации с формированием матрицы решений (выполнено Вами в КСР №1 и лабораторной работе №1);
- выработку одного или нескольких критериев принятия решений (задание оценочных функций);
- определение номеров решений по выбранным критериям;
- анализ полезности выбранных вариантов решений.

Данные этапы, как правило, повторяются несколько раз с постепенным уменьшением числа целесообразных решений и перечня анализируемых ситуаций их применения. В системах искусственного интеллекта эти процедуры также программируются с различной степенью адаптации алгоритмов и их параметров к изменению ситуаций в процессе существования системы.

Все компоненты матрицы решений, целевые функции неизбежно имеют статистический характер, поэтому в процессе принятия решений многократно применяются методы анализа случайных процессов и событий.

Формирование матрицы решений

В результате выполнения лабораторной работы №1 получены индивидуальные таблицы полезности или рисков. Ниже приведен пример одной из таблиц.

Таблица 1

№А /№F		Ситуации												
		F 0	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11	F 12
Решения	A0	2.4	0.8	5.4	2.6	6.7	2.5	2.8	7.8	3.2	4.3	8.5	6.1	3.7
	A1	5.0	4.2	0.5	5.2	5.8	1.4	5.3	7.2	2.5	5.3	8.4	3.7	5.1
	A2	6.3	2.2	1.9	6.9	3.7	2.0	7.3	5.3	2.3	7.4	6.7	2.7	7.2
	A3	5.6	0.9	4.3	6.7	1.9	4.1	7.6	3.0	3.8	8.2	4.2	3.5	8.4
	A4	3.6	1.3	6.5	5.0	1.5	6.4	6.2	1.9	6.0	7.2	2.4	5.5	7.9
	A5	1.6	3.2	7.2	2.7	2.9	7.6	3.8	2.5	7.6	4.9	2.3	7.3	5.9
	A6	1.0	5.6	6.0	1.4	5.1	6.9	1.9	4.5	7.5	2.6	3.8	7.8	3.3
	A7	2.2	7.1	3.7	1.9	7.0	4.8	1.6	6.6	5.7	1.6	5.9	6.4	1.6
	A8	4.4	6.7	1.7	3.8	7.2	2.4	3.0	7.4	3.2	2.3	7.2	3.9	1.7
A9	6.4	4.8	1.2	5.9	5.6	1.2	5.2	6.3	1.3	4.3	6.7	1.6	3.3	

Оценочные функции

Приведем некоторые формулировки оценочных функций, которые, как правило, используются в процедурах принятия решений. Фактически они сводятся к поиску максимума в ранее сформированном столбце табл. 1б. Следующие столбцы табл. 2, 3, 4 содержат номера решений и соответствующий результат решения, на который ориентируется выбранный критерий. Жирным цветом выделены числа, определенные по формулам данной таблицы.

Таблица 2

Оценочная функция пессимистическая $\max \min$ (минимаксный критерий):	Номер решения	Результат решения
$Ar = \text{submatrix}(A, 0, ym - 1, xm, xm),$ где ym – число возможных решений. Промежуточный массив для поиска \max $Arv_y = \text{if}(Ar_y = \max(Ar), y, 0).$ Номер решения, принятого по минимаксному критерию $Yq = \max(Arv),$ $Yq = 2.$	0	0.8
	1	0.5
	2	1.9
	3	0.9
	4	1.3
	5	1.6
	6	1.0
	7	1.6
	8	1.7
9	1.2	

Таблица 3

Оценочная функция предельно оптимистическая max max (критерий азартного игрока):	Номер решения	Результат решения
$Ar = \text{submatrix}(A, 0, ym - 1, xm + 1, xm + 1).$ Промежуточный массив для поиска max - $Arv_y = \text{if}(Ar_y = \max(Ar), y, 0).$ Номер решения, принятого по критерию $Yq1 = \max(Arv),$ $Yq1 = 0.$	0	8.5
	1	8.4
	2	7.4
	3	8.4
	4	7.9
	5	7.6
	6	7.8
	7	7.1
	8	7.4
9	6.7	

Таблица 4

Оценочная функция нейтралитета max mean (критерий нейтрального игрока):	Номер решения	Результат решения
$Ar = \text{submatrix}(A, 0, ym - 1, xm + 2, xm + 2).$ Промежуточный массив для поиска max - $Arv_y = \text{if}(Ar_y = \max(Ar), y, 0).$ Номер решения, принятого по критерию $Yq2 = \max(Arv),$ $Yq2 = 3.$	0	4.4
	1	4.6
	2	4.7
	3	4.8
	4	4.7
	5	4.6
	6	4.4
	7	4.3
	8	4.2
9	4.2	

Преобразование исходной матрицы решений

Целый ряд критериев требует преобразования исходной матрицы, ее дополнения вероятностным описанием компонентов. Преобразуем матрицу решений с учетом вероятности появления условия x .

Условно, не проводя исследований, сгенерируем закон распределения, близкий к ожидаемому ps , скорректируем psl , пронормируем p :

В качестве ожидаемого распределения вероятности проявления условия осуществления решения принято распределение Хи-квадрат распределение с пятью степенями свободы. Корректировка заключается в повышении вероятности появления условий с малыми номерами.

$$d_x = x;$$

$$ps = \text{dchisp}(d, 5);$$

$$psl_x = ps_x + \frac{0.2}{x + 2};$$

$$p_x = \frac{psl_x}{\sum_x psl_x}$$

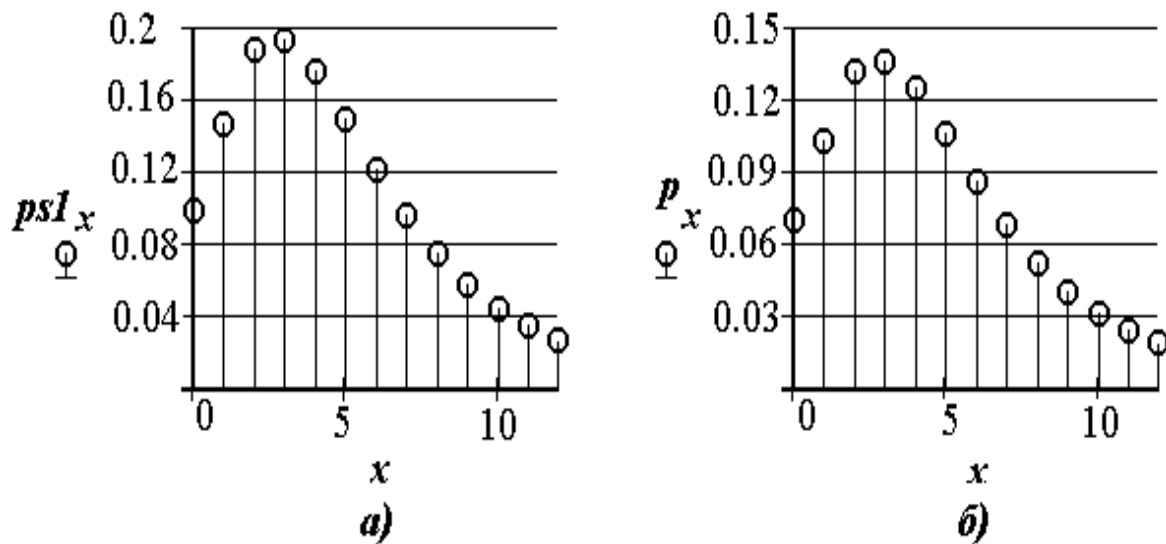


Рис. 1. Функция распределения вероятности появления события номер x

В табл. 5 приведены результаты поиска оптимального решения по критерию Бейеса–Лапласа.

Таблица 5

Оценочная функция нейтральная, с вероятностью появления условия (критерий Бейеса–Лапласа):	Номер решения	Индекс решения
$Ar = \text{submatrix}(A1, 0, ym - 1, xm + 2, xm + 2)$. Промежуточный массив для поиска max $Arv_y = \text{if}(Ar_y = \max(Ar), y, 0)$. Номер решения, принятого по критерию $Yq3 = \max(Arv)$, $Yq3 = 4$.	0	3.0
	1	3.2
	2	3.3
	3	3.4
	4	3.5
	5	3.4
	6	3.4
	7	3.3
	8	3.3
9	3.2	

Графическое отображение поля выбора решения

Переработаем матрицу решения оставив два условия осуществления решений. Одно из них определим, как усредненное из последствий условий с номерами F0-F4, а условия с номерами F5-F10 и 12 опустим. Данная процедура используется практически в каждом этапе итерации изложенной выше методики принятия решений. Мы проводим ее с предельным упрощением. Это обусловлено возможностями графического отображения функций на листе бумаги. Кроме того, сведение описа-

ний ситуаций к двум вариантам в практике принятия решений человеком встречается довольно часто.

Сформируем два столбца A_2 , A_3 . Первый, – как новое условие осуществления решения, объединяющее условия с номерами F0-F4. Во второй перенесем условие с номером F11. Все компоненты умножим на 10, это необходимо для их использования в качестве адресов нового массива Z . Остальные опустим, как неучтенные. В полученных координатах поля выбора решений построим массив номеров решений, поднятый для наглядности на 10.

$$A_{2y} = \text{floor} \left[\left(\frac{1}{5} \cdot \sum_{i=0}^4 A_{y,i} \right) \cdot 10 \right];$$

$$A_{3y} = \text{floor}(A_{y,11} \cdot 10);$$

$$Z_{A_{2y}, A_{3y}} = y + 10.$$

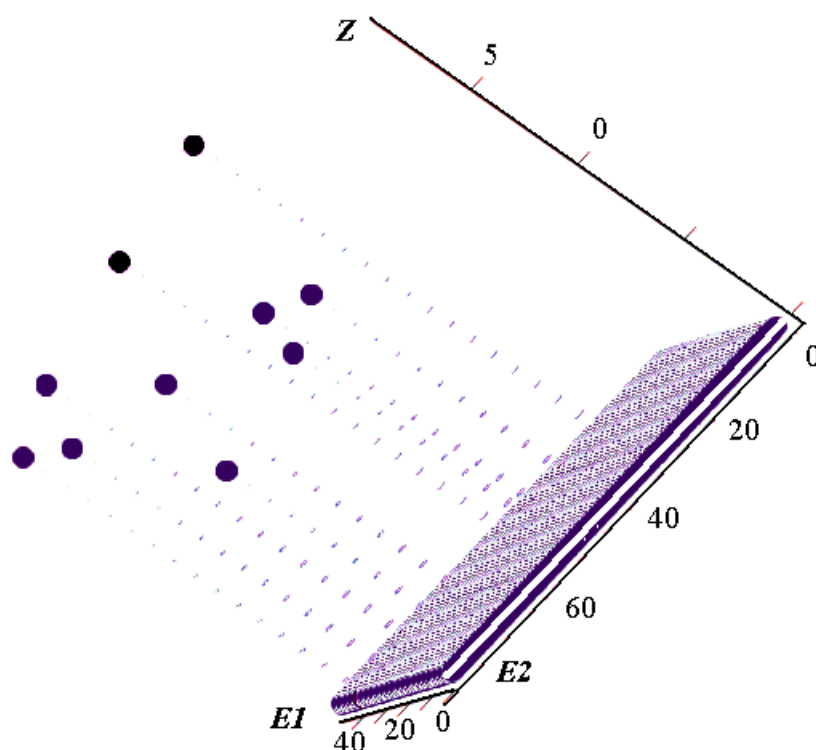


Рис. 2. Решения на поле выбора решений

Потеряв номер решения (его можно в дальнейшем восстановить) изобразим следы решений на плоскости. Введем линии, ограничивающие поле выбора решений (вертикальные линии заданы как границы оси ординат).

Помещая рабочую точку в следы решений можно делать выбор, ориентируясь на геометрическую трактовку оценочных функций критериев принятия решений.

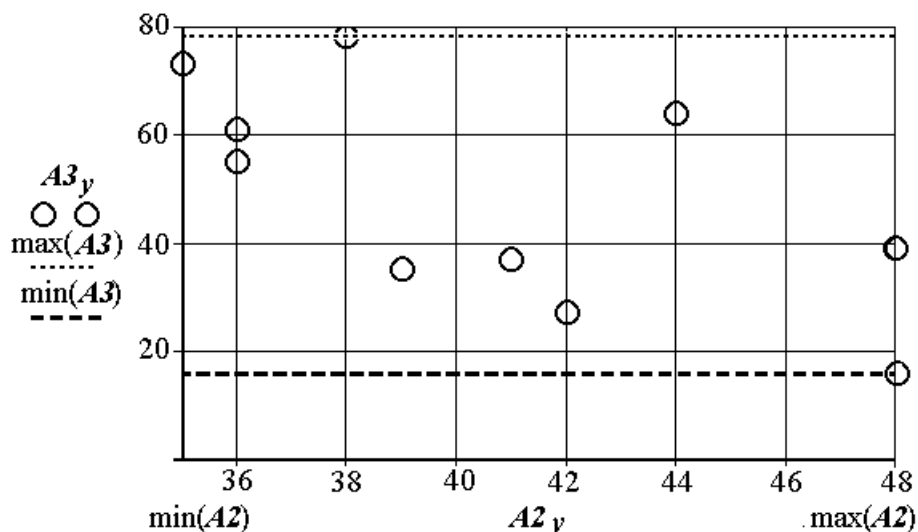


Рис. 3. Поле выбора решения

Ход КСР:

Студент:

1. Определяет перечень критериев, по которым будут проведены расчеты.
2. Формулирует последовательность математических соотношений по выбранным критериям.
3. Формулирует новый критерий и его математическую интерпретацию.
4. Вводит оценку распределений вероятностей появления ситуаций.
5. Уменьшить число ситуаций до двух.
6. Построить поле принятия решений для п.5.

Итогом работы над КСР №2 должна быть последовательность математических зависимостей и графическое изображение поля принятия решений.

Выполняется КСР в виде письменного отчета. Рекомендуемый объем 2...3 листа рукописного текста с схемами и расчетами. В качестве входных реквизитов отчет должен содержать ФИО автора и дату на момент составления.

ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО РАЗЛИЧНЫМ КРИТЕРИЯМ И МНОЖЕСТВУ КРИТЕРИЕВ

Цель работы: приобретение практических навыков работы с описанием ситуаций; графическим отображением функций предпочтения; применением различных критериев принятия решений; проведением расчетов по оптимальному выбору решения.

Общие сведения

Все компоненты матрицы решений, целевые функции неизбежно имеют статистический характер, поэтому в процессе принятия решений многократно применяются методы анализа случайных процессов и событий.

Дополним матрицу (таблица 1) столбцами *min*, *max* и *mean*, рассчитанными по строкам. Сформируем вектора *X* - строки из массива *A* и определим требуемое содержимое добавляемых столбцов.

$$X_y = \text{submatrix}(A, y, y, 0, xm - 1),$$

где *xm* – число столбцов матрицы *A*.

$$\text{max_}X_y = \max(X(y));$$

$$\text{min_}X_y = \min(X(y));$$

$$\text{mean_}X_y = \text{mean}(X(y)).$$

Нарастим исходную матрицу строками и столбцами *max*, *min* и *mean*:

$$A = \text{augment}(A, \text{min_}X, \text{max_}X, \text{mean_}X).$$

Столбцы 13, 14, 15 – минимальное, максимальное, среднее значение результата решения, номер которого определяется номером строки.

Таблица 1а

Дополнительные столбцы		
13	14	15
0.8	8.5	4.4
0.5	8.4	4.6
1.9	7.4	4.7
0.9	8.4	4.8
1.3	7.9	4.7
1.6	7.6	4.6
1.0	7.8	4.4
1.6	7.1	4.3
1.7	7.4	4.2
1.2	6.7	4.2

Она дополнена столбцами наименьших, наибольших и средних (табл. 5б.).

Оценки рассчитаны по формуле $AI_{y,x} = 10 \cdot A_{y,x} \cdot p_x$. Коэффициент 10 введен искусственно. Он не влияет на процедуры принятия решений, но приближает цифры к оценкам последствий решений. В качестве этого коэффициента целесообразно брать число рассматриваемых условий реализации решений.

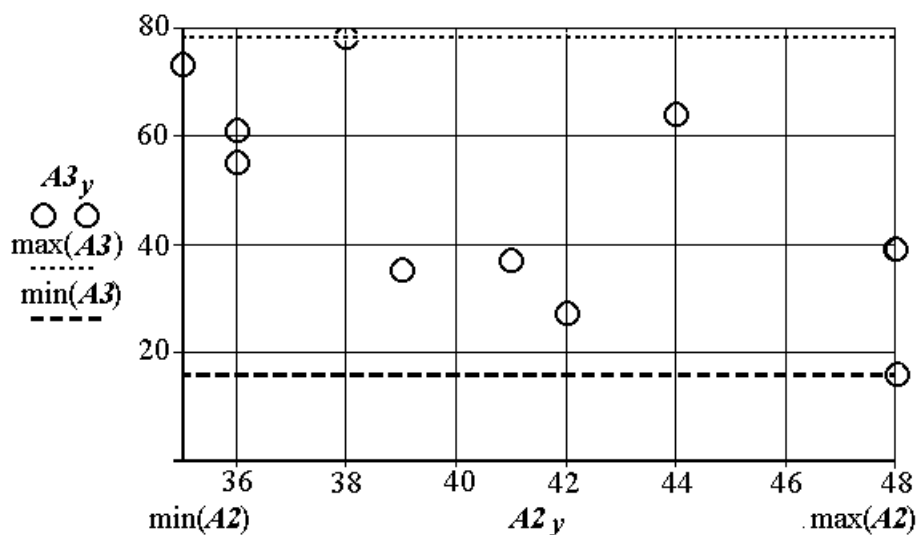


Рис. 6.4. Поле выбора решения

Сформируем новую матрицу, введя столбцы $A2$, $A3$ и дополним ее \min , \max и $mean$ по строке. В табл. 6 первый столбец – номер решения.

Таблица 6

	A_2	A_3	min	max	$mean$
0	36	61	36	61	48.5
1	41	37	37	41	39
2	42	27	27	42	34.5
3	39	35	35	39	37
4	36	55	36	55	45.5
5	35	73	35	73	54
6	38	78	38	78	58
7	44	64	44	64	54
8	48	39	39	48	43.5
9	48	16	16	48	32

Выберем критерий нейтрального игрока и найдем для сравнения номер решения по вышеописанной методике. Это решение номер 6.

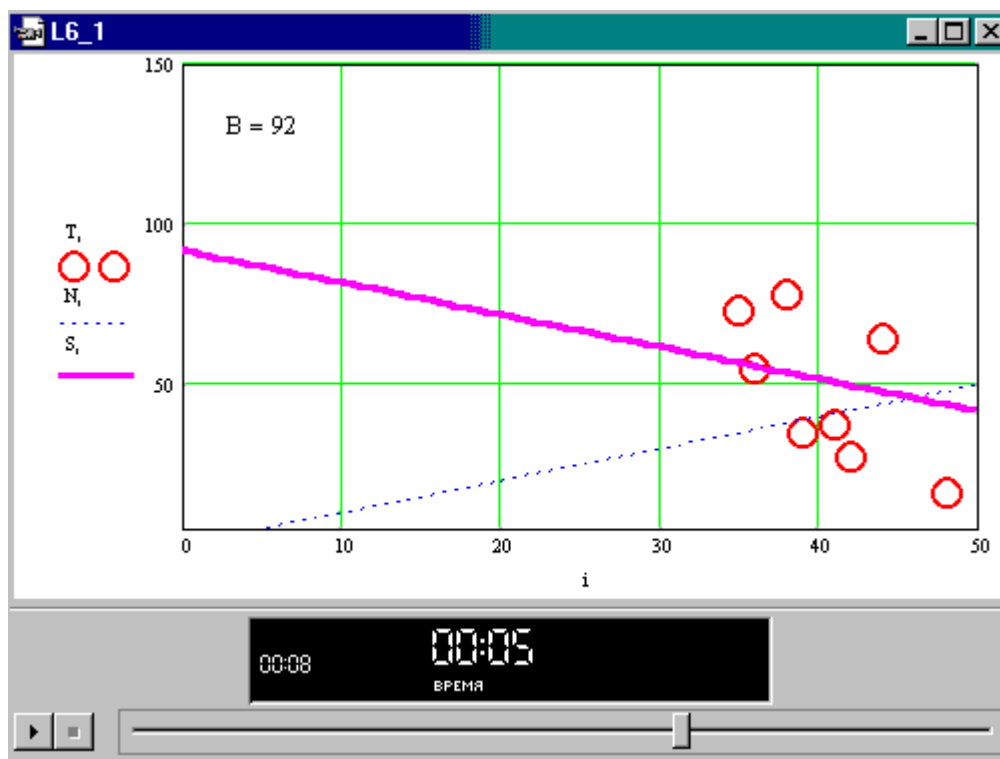


Рис. 4. Конус предпочтения содержит три точки, несущие больший выигрыш чем рабочая

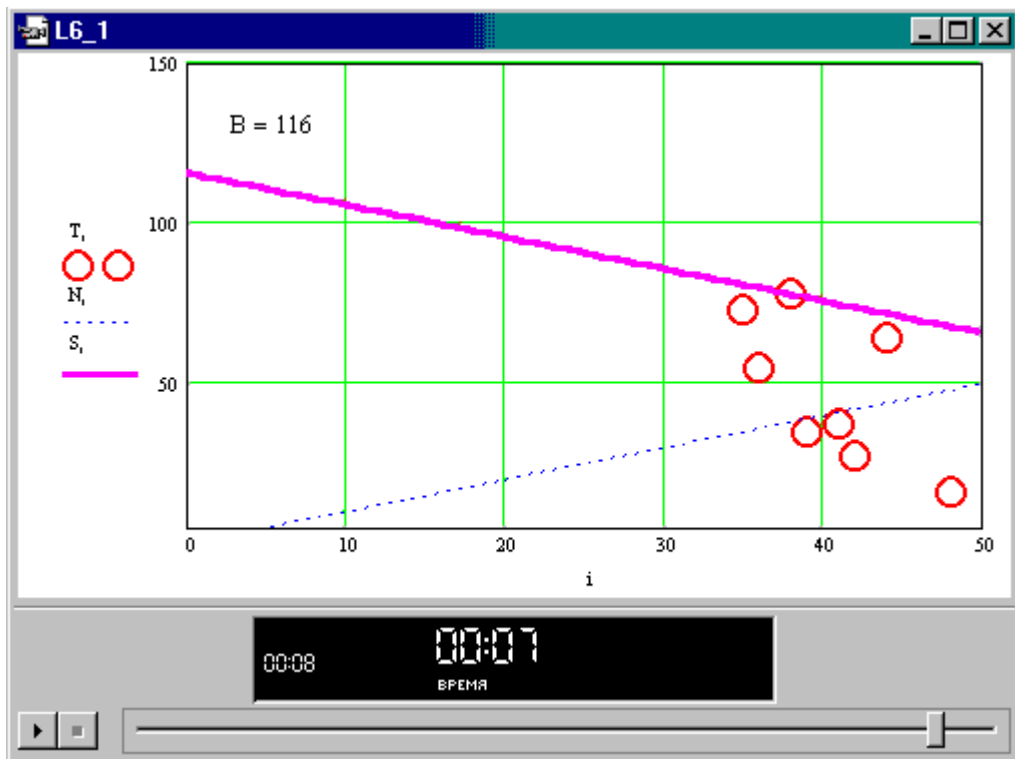


Рис. 5. Все точки, кроме рабочей, вне конуса предпочтения

Далее найдем решение по данному критерию, используя геометрические аналогии. Уравнение, определяющее вид линии предпочтения, в данном случае задает планируемый выигрыш, как величину B , пропорциональную сумме выигрышей по координатам $B=S+i$. Направляющая (N), вдоль которой движется линия предпочтения, является биссектрисой угла, образованного осями координат. Конус предпочтения движется в поле принятия решения до тех пор, пока в нем останется только одна точка.

Эта точка соответствует оптимальному решению. На рис. 6.5 и 6.6 показаны кадры видеофильма, в котором смещается конус предпочтения.

Выбрано также решение номер 6 (78, 38).

Задание

По выбранным критериям принятия решений, определить номер решения и полезность или риск его применения.

Для предложенного собственного критерия принятия решений определите номер решения и полезность его применения.

Упростить матрицу принятия решения.

Получить анимацию поля выбора решений с номерами решений, определить вид функций предпочтения и направляющую (если она несложно находится) для одного из используемых Вами и предложенного критериев.

Содержание отчета

1. Дополненные столбцами и строками таблицы принятия решений.
2. Номера решений по критериям и полезность их.
3. Упрощенные матрицы решений.
4. Виды экранов анимации при выборе решения.

Требования к оформлению реферата

Реферат печатается на стандартных листах формата А4 (210×297 мм) с соблюдением полей:

- слева — 30 мм;
- справа — 10 мм;
- сверху — 20 мм;
- снизу — 25 мм.

Распечатанный манускрипт надёжно сшивается и помещается в папку или файл.

Текст реферата набирается, как правило, шрифтом Times New Roman. Размер шрифта — 14 pt, межстрочный интервал — полуторный. Отступ первой строки абзаца — 12,5 мм. Отступы слева и справа от абзаца, перед абзацем и после него отсутствуют. Висячие строки запретить. При использовании текстового процессора Microsoft Word для этой цели следует переопределить стиль Обычный в соответствии с вышеуказанными требованиями.

Нумерация страниц должна быть сквозной, включая приложения. Первым считается титульный лист, но на нём номер не ставится. Нумерация остальных страниц проставляется на расстоянии 15 мм от нижнего края листа *по центру* относительно полей.

На последней странице реферата ставятся дата окончания работы и подпись автора.

На **титульном листе** текст “реферат по курсу «Системы поддержки принятия решений» на тему ...” набирается шрифтом размером 18 pt по центру листа, остальной — размером 14 pt. Выделение полужирным шрифтом и курсивом не используется.

Для оформления **заголовка главы** в Microsoft Word используется стиль Заголовков 1, который следует предварительно переопределить, задав следующий формат:

- начинать с новой страницы;

- не разрывать;
- не отрывать от следующего;
- запретить автоматический перенос слов;
- отступы слева и справа — 1 см;
- отступ (выступ) первой строки отсутствует;
- выравнивание по центру;
- интервал после абзаца — 18 pt;
- шрифт полужирный;
- все символы прописные;
- основан на стиле Обычный;
- стиль следующего абзаца — Обычный.

Пример оформления заголовка главы:

Глава 1. ОБЗОР МАРКЕТИНГОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Для оформления **заголовка параграфа** используется стиль Заголовок 2, для которого необходимо установить следующие параметры:

- не разрывать;
- не отрывать от следующего;
- запретить автоматический перенос слов;
- отступы слева и справа — 1 см;
- отступ (выступ) первой строки отсутствует;
- выравнивание по центру;
- интервал перед абзацем — 12 pt;
- интервал после абзаца — 12 pt;
- основан на стиле Обычный;
- стиль следующего абзаца — Обычный.

Для автоматической нумерации разделов используется формат номера «1.1.», где первая цифра соответствует номеру главы, а вторая — номеру раздела в главе.

Пример оформления заголовка раздела:

1.1. История разработки численных методов решения задач нелинейного программирования

Не допускается наличие в реферате глав или параграфов, содержащих только таблицы, рисунки или формулы без поясняющего текста.

Точка после заголовков глав и параграфов *не ставится*.

В тексте реферата не рекомендуется использовать подчёркивание (за исключением цитирования источников, в которых подчёркивание используется). Полужирным шрифтом выделяют определяемые понятия в определениях. Курсив ис-

пользуется выделения фраз (как правило, не длиннее строки), к которым необходимо привлечь внимание читателя даже при беглом просмотре текста для правильного понимания сути сказанного. Не рекомендуется использовать выделение курсивом чаще трёх раз на странице. Не следует выделять курсивом фрагменты текста длиной одной-двух строк.

При работе в Microsoft Word **формулы** набираются при помощи встроенного редактора формул либо Mathsoft Mathtype. Формулы длиной более ¼ строки либо не уместяющиеся по высоте в полустрочный межстрочный интервал необходимо выносить в отдельный абзац и нумеровать, следуя нижеприведённому образцу:

$$H = - \sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i \quad (1)$$

Нумерация формул должна быть сквозной по всей работе. Для её создания можно воспользоваться средствами программы Mathsoft Mathtype либо вычисляемым полем Microsoft Word с кодом seq form.

Ссылка на формулу представляет собой её номер, заключённый в круглые скобки: например, (1). Для предотвращения избыточных затрат труда на техническое редактирование и исключения ошибочных ссылок необходимо для создания ссылок использовать средства программы Mathsoft Mathtype либо вычисляемые поля с кодом ref f1, где f1 — имя закладки, помечающей номер формулы (вместе с окружающими его скобками), на которую даётся ссылка.

В формулах и в тексте:

- числовые значения и имена функций набираются обычным шрифтом;
- имена скалярных переменных (в том числе дискретных и лингвистических) набираются *курсивом* строчными латинскими либо греческими буквами;
- имена множеств печатаются либо заглавными греческими буквами, набранными обычным шрифтом, либо заглавными латинскими буквами, набранными *курсивом* (оба способа можно сочетать по необходимости);
- имена векторов печатаются строчными латинскими либо греческими буквами, набранными **полужирным** шрифтом;
- имена матриц печатаются заглавными латинскими либо греческими буквами, набранными **полужирным** шрифтом;
- в качестве знака умножения не разрешается использовать символ «*». Для этой цели используются символы «·» и «×».

Все обозначения (кроме общепринятых), используемые в формуле, должны быть пояснены сразу же после неё. Если в формуле используются многочисленные обозначения, введённые ранее, допускается пояснение в виде ссылки на формулу, например:

m, l, β, N — см. (5).

Основное требование к оформлению **таблицы** состоит в том, что смысл всех представленных в ней данных должен быть полностью ясен из самой таблицы, *без обращения к ссылающемуся на неё тексту*. Это достигается умелыми формулиров-

ками названия таблицы, названий строк и столбцов, а при необходимости — примечаний к таблице.

Таблицы предназначены для сопоставления данных. Поэтому использовать таблицы, содержащие менее двух строк или менее двух столбцов, не считая содержащих названия и (или) номера строк (столбцов), не следует. В подобных случаях данные приводятся в тексте в форме списка. Иногда для представления подобных данных может оказаться оправданным использование диаграммы.

Создавая таблицу, следует стремиться обойтись минимально необходимым числом строк и столбцов. Лучше всего воспринимаются таблицы, содержащие 3...5 столбцов и 4...7 строк данных.

Шаблон оформления таблицы приведён ниже (см. табл. 1).

Таблица 1

Пример оформления таблицы

Название столбца	Название группы столбцов		Название группы столбцов	
	Название столбца	Название столбца	Название столбца	Название столбца
Название строки	данные	данные	...	данные
Название строки	–	данные	данные	данные
Название строки	данные	×	данные	×

Примечание: текст примечания.

Источник: [ссылка на источник].

В таблицах, включая их номер, название, примечание (если есть) и ссылку на источник, используется одинарный межстрочный интервал. Строка, содержащая номер таблицы, выравнивается вправо, название — по центру. Интервалы перед абзацем, содержащим номер таблицы, и после абзаца, содержащего ссылку на источник, должны составлять 18 pt. После абзаца, содержащего название таблицы, предусматривается интервал 9 pt. Перенос слов в названии таблицы не разрешается. Для всей таблицы — от номера до примечания, исключая лишь ссылку на источник — должен быть установлен формат абзаца «не отрывать от следующего».

Нумерация таблиц в реферате сплошная. При использовании текстового процессора Microsoft Word она осуществляется с помощью вычисляемого поля, содержащего код `seq tab`.

Числовые данные, приводимые в таблицах, должны содержать от 3 до 5 значащих цифр (за исключением случаев, когда большая точность имеет принципиальное значение). Единицы измерения показателей выбираются соответственно.

Точки после названий таблицы, её строк и столбцов не ставятся (если только название не заканчивается общепринятой аббревиатурой, завершающейся точкой).

В названиях строк и столбцов не следует использовать сокращения, кроме общепринятых. При крайней необходимости сокращений их следует пояснить в примечании к таблице. В необходимых случаях разрешается использовать шрифт

размером 12 и даже 10 pt, а также поворот текста на 90° в названиях столбцов. *Выравнивание текста по ширине в таблице не допускается.*

В таблице не должно быть пустых клеток. Клетки таблицы, не подлежащие заполнению (не имеющие смысла), должны содержать знак «X». В клетки, содержащие нулевое значение или результат деления на ноль, помещают прочерк «–». Если клетка содержит малое значение, отличное от нуля, в неё помещают значение 0,000 (число знаков дробной части соответствует другим клеткам столбца и указывает на точность показателя). Если данные для заполнения клетки отсутствуют, в неё помещается эллипсис «...».

В таблице не должно быть ни одной клетки, содержащей числовое значение, единица измерения которого не указана. Исключение составляют случаи, когда масштаб показателя или единица его измерения прямо следует из названия строки или столбца (например, «Процент отходов»). Единицы измерения могут указываться в названии таблицы (если они одинаковы во всех её клетках, кроме содержащих проценты), в названиях столбцов либо в названиях строк. Совмещение этих способов не допускается, так как приводит к путанице.

Источники данных таблицы указываются обязательно, следуя правилам, описанным ниже в параграфе «

Оформление библиографического списка и ссылок

на библиографические источники». Если данные, представленные в таблице, — результат труда автора реферата, пишут «Источник: расчёты (наблюдения, опрос и т.п.), выполненные автором» либо «Источник: расчёты автора на основе данных, приведённых в [1]», где 1 — номер источника по библиографическому списку.

Ссылки на таблицы в тексте реферата оформляются следующим образом: табл. 1. Для автоматизированного формирования ссылок в Microsoft Word следует пометить номер требуемой таблицы закладкой (например, t1) и поместить после аббревиатуры «табл. » вычисляемое поле с кодом `ref t1`, где t1 — имя требуемой закладки. Обычно таблицу размещают ниже первой ссылки на неё либо на той же странице, где находится ссылка, либо, если это невозможно, — на следующей. Если в коротком фрагменте текста имеются ссылки на большое количество таблиц, из-за чего вышеприведённые требования выполнить не удаётся, следует перенести часть таблиц в приложение.

Таблицы размером более 2/3 страницы либо набранные в альбомной ориентации выносятся в приложение.

Использовать обтекание таблиц текстом в рукописи реферата не разрешается.

Рисунки и диаграммы должны быть выполнены достаточно крупно, чётко и разборчиво. Основное требование к рисунку и диаграмме состоит в том, что он, при достаточной разборчивости всех деталей¹, должен занимать меньше места, чем представление той же информации текстом или таблицей.

Выбирая форму диаграммы, следует иметь в виду, что результаты группировки лучше всего представлять в форме столбцов, процесс или непрерывную функцио-

¹ Рекомендуется использовать на рисунке (диаграмме) изобразительные детали размером не мельче 10 pt, не допуская при этом их наложения, препятствующего распознаванию.

нальную зависимость предпочтительно отображать линией, а структуру — либо круговой (кольцевой) диаграммой, либо (в динамике) диаграммой площадей.

Для всех числовых значений на диаграмме должны быть обязательно указаны единицы измерения. Оси координат должны быть подписаны даже в том случае, когда об их смысле можно догадаться по названию рисунка.

Рисунок или диаграмму, как правило, размещают в отдельном абзаце текста, для чего им приписывается атрибут размещения «В тексте». Абзац, содержащий рисунок или диаграмму, должен быть выровнен по центру, иметь атрибут «не отрывать от следующего» и отступы: 18 pt перед абзацем и 9 pt после. В абзаце, следующем за содержащим рисунок (диаграмму), помещают его (её) название по образцу:

Рис. 1. Сопоставление фактической и оптимальной структуры продаж ЗАО «Снарк».

Этот абзац имеет одинарный интервал, выравнивается по центру, не допускается его разрыв на две страницы, в нём не разрешается перенос слов, а после него устанавливается отступ в 18 pt. Точка после названия рисунка не ставится, если только название не заканчивается общепринятой аббревиатурой, требующей точки. При использовании текстового процессора Microsoft Word нумерацию рисунков следует автоматизировать, воспользовавшись вычисляемым полем с кодом `seq r`. Номер рисунка следует пометить закладкой (например, `r1`) для создания автоматической ссылки на рисунок с помощью вычисляемого поля с соответствующим кодом (например, `ref r1`). Ссылка на рисунок имеет следующий вид: рис. 1, где 1 — номер рисунка, являющийся результатом вычисляемого поля. Пример использования ссылки на рисунок: «динамика объёмов продаж за период с 1984 по 2009 гг. изображена на рис. 4».

Для заимствованных рисунков и диаграмм необходимо указание источника. Источник указывается в отдельном абзаце, предшествующем названию рисунка. Для этого абзаца устанавливается атрибут «не отрывать от следующего».

Использовать обтекание рисунков и диаграмм текстом не рекомендуется.

Оформление библиографического списка и ссылок на библиографические источники

Список использованной литературы должен иметь заголовок «Библиографический список», оформленный стилем `Заголовки 1`. Источники в библиографическом списке располагаются в алфавитном порядке первого слова библиографического описания: вначале русскоязычные, затем иностранные.

Как правило, записи библиографического списка оформляют стилем `Обычный с автоматической нумерацией списка`. При этом следят за тем, чтобы левая граница текста списков отстояла от поля не более чем на 1,25 см. В библиографическом списке рекомендуется использовать выравнивание абзацев по левому краю, а не по ширине.

Структура библиографического описания следующая:

<Автор(ы)> <Название публикации> // <Название издания, номер выпуска> / <Дополнительные сведения об издании>. <Место издания>: <Издательство>, <Год из-

дания>. — <Номера страниц, число страниц либо сетевой адрес (URL) с указанием даты доступа>.

Отдельные элементы (поля) описания могут быть опущены (вместе с предшествующими им разделителями), если они отсутствуют или неизвестны. Название публикации не может быть опущено ни при каких обстоятельствах.

Если издание имеет более трёх авторов, указывают первых трёх, добавляя вслед за ними «и др.». Если авторство принадлежит организации или большому авторскому коллективу, оно указывается в поле «Дополнительные сведения об издании». Если издание подготовлено одним или несколькими составителями от имени организации, фамилии и инициалы составителей также указываются в этом поле.

Здесь же указываются фамилии научных редакторов изданий (если имеются), а также сведения о переводе издания с иностранных языков.

Поле «Название издания» заполняется при библиографическом описании статей или произведений в журналах, сборниках, газетах, хрестоматиях, на тематических сайтах и т.д. Если описываемое издание представляет собой книгу, это поле не заполняется.

Для отечественных изданий в поле «Место издания» указывается только город, для зарубежных — город и страна (если они указаны на титульном листе издания). Общепринятые сокращения для места издания: М. — Москва, СПб. — Санкт-Петербург, Л. — Ленинград. Для журналов место издания, как правило, не указывается.

Примеры библиографических описаний можно найти в электронных каталогах научных библиотек.

Автор реферата несёт законодательно установленную ответственность за точность указания сведений об авторах используемых публикаций.

Ссылки на библиографические описания в тексте реферата представляют собой их номера в библиографическом списке, заключённые в квадратные скобки: например, [1], [2-4], [2,5,7]. Допускается (и рекомендуется) указание в квадратных скобках номера конкретной страницы, на которую ссылается автор реферата: [5, с. 27].

Для создания автоматических ссылок на источники в текстовом процессоре Microsoft Word описание каждого издания помечается неповторяющейся закладкой (например, α_1 , α_2 и т.д.). Затем в квадратные скобки помещается (нажатием сочетания клавиш [Ctrl]+[F9]) вычисляемое поле с кодом `ref α_1 \n`, где α_1 — код закладки, которой помечено описание требуемого издания. После нажатия клавиши [F9] код вычисляемого поля заменяется его значением — номером издания в библиографическом списке.

Оценка реферата

Реферат оценивается по результатам проверки и, если преподаватель сочтёт необходимым, защиты реферата. Защита проводится во внеаудиторное время в индивидуальном порядке.

За реферат выставляется одна из следующих оценок: «отлично» (5 баллов рейтинга), «хорошо» (4 балла рейтинга), «удовлетворительно» (3 балла рейтинга) либо

«неудовлетворительно» (рейтинг не выставляется, требуется выполнение нового реферата). Рейтинговая оценка реферата учитывается при выведении оценки итоговой аттестации по результатам рубежного контроля, реферата и дифференцированного зачёта.

При оценке реферата принимается во внимание степень самостоятельности в работе, глубина разработки темы, обоснованность заключения, теоретический и методический уровень выполнения работы, знание современных взглядов на исследуемую проблему, использование периодических изданий по теме, качество оформления, правильность ответов на вопросы на защите.

По итогам проверки либо защиты за реферат выставляется оценка на его титульный лист, в экзаменационную ведомость и в зачётную книжку студента.

Явное несоответствие трудоёмкости реферата времени, выделенному на его выполнение, соответствующее примерно 60-80% от надлежащей трудоёмкости, приводит к снижению оценки на два балла.

Несвоевременная сдача реферата в отсутствие уважительной причины, подтверждённой деканатом, приводит к снижению оценки на один балл.

Обращение к преподавателю за консультацией по выполнению реферата ни при каких обстоятельствах не может быть основанием для снижения оценки.

Основания для неудовлетворительной оценки

Достаточными основаниями для неудовлетворительной оценки является любое из нижеперечисленного:

- плагиат, включая использование отсканированного текста и текстов из сети Internet, не оформленных как цитаты;
- трудоёмкость реферата явно не соответствует времени самостоятельной работы, выделяемой на её выполнение, составляя менее 60% от установленной;
- неспособность дать пояснения по используемым терминам, формулам, аббревиатурам;
- несогласованность темы работы и её содержания;
- отсутствие или фальсификация ссылок на литературные источники;
- невыполнение требований по минимальному количеству проработанных литературных источников (в целом).
- грубые ошибки в библиографическом списке: пропущенные либо ошибочно указанные фамилии и инициалы авторов, неверные сведения о месте и годе издания, указание изданий, не существующих в действительности, и т.п.;
- грубые ошибки в оформлении работы, как-то пропущенные страницы, отсутствие ссылок на рисунки и таблицы либо большое количество некорректных ссылок, неразборчивые рисунки, неправильная кодировка или некорректное шрифтовое оформление части текста, стремление создать ложное впечатление об объёме работы путём неполного заполнения страниц, слишком разреженных либо сжатых интервалов между строками и словами, чрезмерно крупного или мелкого масштаба рисунков и формул, включения в текст материалов, которые

следовало бы представить в приложении, отсутствие нумерации страниц либо её несоответствие оглавлению;

- многочисленные (более пяти) ошибки в формулах, искажающие их смысл;
- отсутствие описания обозначений, используемых в формулах (за исключением случаев, допускающих удовлетворительную оценку);
- отсутствие описания обозначений, принятых на рисунках, диаграммах, схемах и графиках (за исключением случаев, допускающих удовлетворительную оценку).

Основания для удовлетворительной оценки

При наличии хотя бы одного из нижеследующих недостатков реферат не может претендовать на оценку выше удовлетворительной:

- некритическое отношение к некоторым используемым источникам, проявляющееся в ссылках или цитировании источников, содержащих ошибки, не соответствующих доказываемому тезису либо описываемому методическому подходу;
- многочисленные случаи неверной трактовки содержания используемых литературных источников;
- невыполнение требований по числу проработанных и использованных литературных источников (по видам) при выполнении требования по общему количеству источников;
- ошибки при пояснении студентом содержания реферата, допущенные в процессе защиты, свидетельствующие о его неполном понимании существа проделанной работы, если это не влечёт за собой неудовлетворительной оценки;
- присутствие в реферате значительных фрагментов текста (разделов), не содействующих раскрытию его темы;
- неспособность пояснить на защите значение двух и более литературных источников, приведённых в библиографическом списке, для темы реферата;
- несоответствие оформления более трети источников в библиографическом списке вышеизложенным правилам;
- указание в библиографическом списке ссылок на страницы сети Internet без их библиографического описания;
- отсутствие информации о числе страниц в библиографических описаниях книг и о номерах страниц в библиографических описаниях статей, равно как их неверное указание, более чем для трёх источников (исключая электронные источники);
- три и более замеченных преподавателем неверных ссылки на литературные источники, формулы, таблицы или рисунки (при отсутствии оснований для неудовлетворительной оценки);
- невыполнение требований к оформлению значительной части (трёх и более) таблиц и рисунков, включая разрыв таблиц (рисунков) разделителем страниц,

наложение рисунков (таблиц) на текст и на другие рисунки (таблицы), отсутствие заголовков таблиц (названий рисунков), ошибки в названиях строк (столбцов) таблиц, ошибочные, пропущенные либо бессодержательные пояснения к элементам диаграмм;

- неяршливое оформление трёх или более формул, приводящее к смещению либо наложению их элементов;
- отдельные (три-пять случаев) ошибки в формулах, искажающие их смысл;
- пропущенные пояснения к обозначениям отдельных переменных (параметров), используемых в формулах (три-пять случаев);
- пропущенные пояснения обозначений, используемых на рисунках (не более трёх случаев).

Основания для хорошей оценки

При наличии хотя бы одного из нижеследующих недостатков оценка за реферат снижается до хорошей:

- отдельные случаи неверной трактовки содержания используемых литературных источников;
- ошибки при пояснении студентом содержания реферата, допущенные в процессе защиты, свидетельствующие о его непонимании отдельных аспектов проделанной работы;
- присутствие отдельных фрагментов текста (абзацев), не содействующих достижению цели реферата, общим числом не более трёх;
- неспособность пояснить на защите значение одного из литературных источников, приведённых в библиографическом списке, для темы реферата;
- несоответствие оформления двух и более источников в библиографическом списке вышеприведённым правилам, если оно не влечёт за собой более низкую оценку;
- отсутствие информации о числе страниц в библиографических описаниях книг и о номерах страниц в библиографических описаниях статей, равно как их неверное указание, для одного-двух источников;
- одна или две замеченные преподавателем неверные ссылки на литературные источники, формулы, таблицы или рисунки;
- невыполнение требований к оформлению отдельных таблиц и рисунков (не более трёх случаев), включая разрыв таблиц (рисунков) разделителем страниц, наложение рисунков (таблиц) на текст и на другие рисунки (таблицы), отсутствие заголовков таблиц (названий рисунков), ошибки в названиях строк (столбцов) таблиц, ошибочные, пропущенные либо бессодержательные пояснения к элементам диаграмм;
- неяршливое оформление формул (не более трёх), приводящее к смещению либо наложению их элементов;

- отдельные (один-два случая) ошибки в формулах, искажающие их смысл, или многочисленные (более пяти случаев) опечатки в формулах: пропущенные или перепутанные индексы, несоответствие шрифтов, использование символа * вместо знаков умножения (\times, \cdot) и т.п.;
- пропущенные пояснения к обозначениям отдельных переменных (параметров), используемых в формулах (один-два случая);
- многочисленные грубые орфографические и пунктуационные ошибки (в половине абзацев работы и чаще).

Недостатки, не препятствующие получению отличной оценки

Нижеследующие недочёты не приводят к снижению оценки за реферат:

- орфографические и пунктуационные ошибки, встречающиеся менее чем в половине абзацев;
- несоответствие оформления одного из источников в библиографическом списке вышеописанным требованиям, если оно не влечёт за собой более низкую оценку;
- отдельные (не более пяти случаев) опечатки в формулах: пропущенные или перепутанные индексы, несоответствие шрифтов, использование символа * вместо знаков умножения (\times, \cdot) и т.п., если они не препятствуют пониманию смысла формулы;
- отдельные (единичные) ошибки в формулировках, расчётах и логических выводах, не затрудняющие понимание мысли студента и не ставящие под сомнение обоснованность вытекающих из них результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шестаков К.М. Принятие решений в системах защиты информации. Курс лекций. Электронная версия. Учебное пособие для студентов факультета радиофизики и компьютерных технологий/ – Мн.: БГУ 2005. – 186 с.
2. Шестаков К.М. Теория принятия решений и распознавание образов: Курс лекций / – Мн.: БГУ 2005. – 184 с.
3. Шестаков К.М. Лабораторный практикум по специальному курсу “Теория принятия решений и распознавание образов”/ – Мн.: БГУ, 2002.
4. Максимов С. И. Теория полезности и принятия решений. Мн., 1997. 32 с.
5. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. М., 1990. 208 с.
6. Мулен Э. Кооперативное принятие решений: Аксиомы и модели. М., 1991. 464 с.
7. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта. М., 1985. 376 с.
8. Александров А. Г. Оптимальные и адаптивные системы. М., 1989. 263 с.
9. Абламейко С.В., Лагуновский Д.М. Обработка изображений: технология, методы, применение. Учебное пособие. – Мн.: Амалфея, 2000. – 304 с.
10. Городецкий А.Я. Информационные системы. Вероятностные модели и статистические решения. Учеб.пособие. СПб: Изд-во СПбГПУ, 2003. 326 с.

11. Кузин Л. Т. Основы кибернетики. Т.1. Математические основы кибернетики. Учеб. пособие для вузов. М. Энергия, 1973, 504 с.
12. Гихман И.И., Скороход А.В. Введение в теорию случайных процессов. - 2-е изд, М. Наука, 1977, 568 с.
13. Ширяев А. Н. Вероятность. Учеб. пособие для вузов. М. - 2-е изд, М. Наука, 1989. – 640 с.
14. Рассел, Стюарт, Норвиг, Питер. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: ИД “Вильямс”, 2006.
15. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта. М. Мир. 1985. 376 с.
16. Шестаков К.М., Бобко Ю.К. Лабораторный практикум по курсу “Промышленная электроника” / – Мн.: БГУ. 1999. 58 с.
17. Курбацкий А. Н., Чеушев В. А. Информационный метод анализа и оптимизации в системах поддержки принятия решений. – Мн.: ИТК НАН, 1999. _200 с.
18. Смородинский С.С., Батин Н.В. Методы и системы принятия решений. В двух частях. Часть 1. – Мн. БГУИР. 2000 – 96 с. Часть 2. – Мн. БГУИР. 2001. – 80 с.
19. Смородинский С.С., Батин Н.В. Методы анализа и принятия решений в слабо-структурированных задачах. – Мн. БГУИР. 2002 – 116 с.
20. Представление и обработка знаний в графодинамических ассоциативных машинах: Монография / В.В. Голенков, О.Е. Елисеева, В.П. Ивашенко и др.; Под ред. В.В. Голенкова. – Мн.: БГУИР, 2001.
21. Шампандер Алекс. Дж. Искусственный интеллект в компьютерных играх: Как обучать виртуальные персонажи реагировать на внешнее возбуждение Пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2007.
22. Мулен Э. Кооперативное принятие решений: Аксиомы и модели. – М.: Мир, 1988.
23. Вагин В.Н., Головина Е.Ю., Загорянская А.А., Фомина М.В. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / Под ред. В.Н.Вагина, Д.А. Пospelова. – М.: Физматлит, 2004.
24. Иваненко В. И., Лабковский В.А. Проблема неопределенности в задачах принятия решений.; Отв. Ред. Скороход А. В. АН УССР. – Киев: Наук. Думка, 1990.
25. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Паретно-оптимальные решения многокритериальных задач. М. Наука, 1982.
26. Р. Штойер. Многокритериальная оптимизация: теория, вычисления и приложения. - М.: Радио и связь, 1992.
27. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. Пер. с англ. _ М. БИНОМ, лаборатория знаний. 2009. – 798с.
28. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений./ А. Н. Борисов и др. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
29. Борисов А. Н., Крумберг О. А., Федоров И. П. Принятие решений на основе нечетких моделей: Примеры использования. – Рига.: Зинатне, 1990. – 184 с.
30. Иваненко В. И., Лабковский В.А. Проблема неопределенности в задачах принятия решений.; Отв. Ред. Скороход А. В. АН УССР. – Киев: Наук. Думка, 1990. – 136 с.
31. Носибов Э.Н. Методы обработки нечеткой информации в задачах принятия решений. – Баку: Элм, 2000.

32. Ларичев О.И. Мошкович Е. М. Качественные методы принятия решений. – М.: Наука Физматлит, 1996. – 208 с.
33. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений, а так же Хроника событий в Волшебных Странах: Учебник. – М.: Логос, 2000. – 296 с.
34. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Пер. с англ. – М Радио и связьЮ 1993. – 320 с.
35. Вилкас Э. И. Оптимальность в играх и решениях. – М.: 1990. – 256 с.
36. Теория выбора и принятия решений. – Учебное пособие. – М.: Наука. 1982. – 328 с.
37. Мулен Э. Кооперативное принятие решений: Аксиомы и модели. М. Мир, 1991. 464 с.
38. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М. Наука. 1982. 256 с.
39. Питмен Э. Основы теории статистических выводов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 104 с.
40. Бодров В.И., Лазарева Т.Я., Мартемьянов Ю.Ф. Математические методы принятия решений: Учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. тех. ун-та, 2004. 124 с.
41. Эддонс М., Стенсфильд Р. Методы принятия решений. М.: Аудит, ЮНИТИ, 1997. 590 с.
42. Петросян Л.А., Зенкевич Н.А., Семина Е.А. Теория игр. М.: Высшая школа, 1998. 304 с.
43. Юдин Д.Б. Вычислительные методы теории принятия решений. М.: Наука, 1989. 316 с.
44. Блюмин С.Л., Шуйкова И.А. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности. - Липецк: ЛЭГИ, 2001. – 138 с.
45. Блюмин С.Л., Шуйкова И.А. Введение в математические методы принятия решений. - Липецк: ЛЭГИ, 1999. – 120 с.
46. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы: Учеб. Пособие для вузов по спец. “Автоматика и управление в технических системах”. М Высш. шк. 1989. 263 с.
47. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. М.: Мир, 1976.
48. Акобир Шахиди, Иван Андреев. Деревья решений.
<http://www.basegroup.ru/library/analysis/tree/description/> 1.03.2011 г.

ВОПРОСЫ

1. Роль теории принятия решений в математическом базисе интеллектуальных систем.
2. Место процедур принятия решений в задачах искусственного интеллекта.
3. Продолжение линии оптимальной обработки сигналов в теории принятия решений.
4. Оптимальный выбор параметра по оценкам двух экспертов.
5. Пример системы поддержки принятия решений при организации ремонта сложной техники.

6. Пример системы поддержки принятия решений при организации оптимального проведения работ.
7. Пример системы поддержки принятия решений в автономных технических устройствах.
8. Модели и переменные в описании ситуаций и процедур.
9. Оценка параметров и функций в анализе ситуаций.
10. Риск и его описание.
11. Управление рисками.
12. Математические методы поддержки принятия решений.
13. Классификация систем поддержки принятия решений (СППР).
14. Структурирование множества альтернатив при отсутствии критериев.
15. Принятие решений с анализом данных в трех измерениях.
16. Структуры (СППР).
17. Методы теории игр в принятии решений.
18. Правила построения деревьев принятия решений.
19. Анализ деревьев принятия решений с использованием понятий энтропии, релевантности.
20. Графическое отображение матриц принятия решений.
21. Графическая интерпретация правил выбора, поле полезности решений, конусы, опорная линия.
22. Формальная структура принятия решения.
23. Решающие правила в анализе матрицы полезности, конусы предпочтения.
24. Оценочная функция, преобразование матрицы решений.
25. Элементы теории полезности в экономических решениях.
26. Классические критерии принятия решений. Минимаксный критерий.
27. Критерий Байеса – Лапласа.
28. Критерий азартного игрока или предельного оптимизма.
29. Критерий Сэвиджа.
30. Критерий произведений.
31. Расширенный минимаксный критерий.
32. Производные критерии принятия решений. Критерий Гурвица.
33. Критерий Ходжа – Лемана.
34. Критерий Геймейера.
35. BL(ММ) критерий.
36. Гибкий критерий принятия решения.
37. Адаптивный критерий Кофлера-Менга.
38. Многокритериальные задачи в принятии решений.
39. Парето-оптимальные решения в экономике.
40. Оптимизация процессов принятия решений.
41. Принятие последовательности решений.
42. Внедрение методов принятия решения в практику