Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан

Казахский национальный технический университет

Н.М.Кулжабаев

Учебные деловые игры

Утверждено Научно-методическим советом
университета в качестве учебного пособия

Алматы 1999

УДК У9(2)2

Кулжабаев Н.М. Учебные деловые игры: Учеб. пособие.Алматы: КазНТУ, 1999, 132 с. ISBN9965-487-20-0.

В данном пособии рассмотрена методология разработки учебных автоматизированных деловых игр, а также предствлены деловые игры "Сбыт", "Распределение грузопотоков по видам транспорта", "Распределение грузопотоков по направлениям" и "Расределение ресурса в режиме "автоматов".

Учебное пособие предназначено для студентов, аспирантов и специалистов для принятия управленческих решений.

Ил.44. Табл.20. Библиогр.: 20 назв.

Рецензенты: С.А.Алибаева, зав.каф. "Экономика и менеджмент связи" АИЭиС
Е.К.Билялов, зам.исполнительного директора КИМЭП

Печатается по плану издания Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан на 1999 год

Утверждено Научно-методическим советом университета в качестве учебного пособия. (Протокол 1 4 от 01.06.98)

ISBN 9965-487-20- 0

© Казахский национальный технический университет, 1999 г.

ВВЕДЕНИЕ

Имитационные или деловые игры начали свое бурное развитие с игры Американской управленческой ассоциации, разработанной в 1956 году. Начиная с середины 60-х годов стали широко применяться в ряде вузов и институтов повышения квалификации в качестве активного метода обучения.

Изучение опыта проведения деловых игр показывает, что с помощью метода игровой имитации успешно решаются не только проблемы обучения, что деловые игры служат прекрасным методом в процессах принятия решений, организационного проектирования и исследования.

В настоящее время существуют различные подходы к вопросам теории деловых игр, большинство работ по деловым играм посвящено методам их описания, организации или проведения. А вопросы конкретной разработки игр рассматриваются только второстепенно. Существующие вопросы, описывающие методы разработки деловых игр, представляются в основном в виде замечаний или рекомендаций, за исключением нескольких работ, где вопросы конструирования игры рассматриваются довольно содержательно.

Это в основном работы Ефимова В.М., Комарова В.Ф. и Рыбальского В.И. [1÷3], где деловые игры рассматриваются как организационно-техническая система, в частности, автоматизированная система управления, а также работы Гидровича С.Р. и Сыроежина И.М., Жукова Р.Ф. и Лифшица А.А. [4÷7], где деловые игры рассматриваются как составляющие активного метода обучения.

В работах Буркова В.Н. и Щепкина А.В. [8÷10] создание деловой игры рассматривается по схеме создания теории организационного управления, т.е задача построения игры сводится к задаче описания организационных систем.

По работам зарубежных авторов: Р.Дьюка, М.Шубина, Ч.Чаки, Я.Мозеша и др., рассматривающих вопросы разработки деловых игр, достаточно содержательный обзор дается в работе [1].

В данной работе предлагается методология конструирования автоматизированной имитационной игры, разработанная с учетом опыта работы ведущих ученых в этом направлении.

На основе предлагаемой методологии разработан комплекс деловых игр: "Сбыт", "Распределение грузопотоков по видам транспорта", "Распределение грузопотоков по направлениям" и "Распределение ресурсов в режиме "автоматов"".

I. МЕТОДОЛОГИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИМИТАЦИОННЫХ ИГР

1.1. О существующих концепциях разработки имитационной игры

В последние годы метод имитационных игр, моделирующий функционирование организации, называемый методом деловых или имитационных игр , становится достаточно эффективным инструментом, как для исследования организационно-экономических систем, так и в процессе подготовки кадров.

Имитационные игры начали свое бурное развитие с игры Американской управленческой ассоциации, разработанной в 1956 году. Начиная с середины 60-х годов стали широко применяться в ряде вузов и институтов повышения квалификации в качестве активного метода обучения.

Изучение опыта проведения имитационных игр показывает, что с помощью метода игровой имитации успешно решаются не только проблемы обучения, что имитационные игры служат прекрасным методом в процессах принятия решений, организационного проектирования и исследования.

В настоящее время существуют различные точки зрения по вопросам теории имитационных игр. Существующие расхождения во взглядах на природу и теорию имитационных игр создают определенные трудности для окончательного формирования метода игрового имитационного моделирования и препятствуют созданию единой методологии разработки и проведения имитационных игр. Отсутствие общей методологии обуславливает необходимость разработки методики конструирования и проведения имитационных игр по конкретному назначению или направлению.

К настоящему времени большинство работ по имитационным играм посвящено методам их описания, организации или проведения. А вопросы

конкретной разработки игр рассматриваются либо второстепенно, либо вообще не рассматриваются. Существующие вопросы, описывающие методы разработки имитационных игр, представляются, в основном, в виде замечаний или рекомендаций, за исключением нескольких работ, где вопросы конструирования игры рассматриваются довольно содержательно.

Это в основном работы Ефимова В.М., Комарова В.Ф. и Рыбальского В.И., где имитационные игры рассматриваются как организационно-техническая система, в частности, автоматизированная система управления. Работы Буркова В.Н. и Щепкина А.В., где имитационные игры рассматриваются с позиции теории организационного управления, а также работы Гидровича С.Р., Сыроежина И.М., Жукова Р.Ф. и Лифшица А.А., где имитационные игры рассматриваются как составляющие активного метода обучения.

В работах Ефимова В.М. и Комарова В.М. [1,2] задача конструирования управленческой имитационной игры приравнивается к задаче конструирования деятельности всех участников игрового эксперимента.

Особое внимание уделяется системе мотивации игроков и понятию игровой роли. Соответствию мотивации игроков с целью игры придается важное значение при конструировании игры. Указывается на необходимость разложения конкретной цели игры на требование к отдельным компонентам игры и системе мотивации игроков, где под компонентами игры подразумевается экспериментальная ситуация игрового эксперимента.

Формальная структура игровой организации образуется из совокупности игровых ролей, которые отражаются в правилах игры.

В правила игры также входят методики, приказы, законы и другие нормативные материалы.

Общие цели создания игры определяются в зависимости от назначения и области применения игры, а также от перечня выделенных проблем и вопросов, которые предполагается решить или отразить в рамках данной игры.

Предполагается рассматривать игру из двух частей - функциональной и обеспечивающей. Функциональная часть состоит из одной или нескольких тем (например, тема технико-экономического планирования, оперативного управления и др.), которые проигрываются изолированно или во взаимосвязи с другими темами. Каждая тема состоит из фрагментов: процедур планирования, учета или контроля в рамках той или иной функции управления.

Обеспечивающая часть игры состоит из информационного, математического, технического и организационно-экономического обеспечения.

Управленческая имитационная игра рассматривается как некоторая организационная техническая система, в частности, автоматизированная система управления производством. Материал игры представляется в виде комплекса текстовых документов и рекомендуется разрабатывать имитационную игру в следующей последовательности: техническое задание, технический проект, рабочий проект и испытание.

В работах Рыбальского В.И. [3] процесс создания имитационной игры включает ряд этапов, каждый из которых требует проведения определенного круга исследований и разработок.

Общие цели создания имитационной игры предварительно формулируются в виде требований к эффективной разработке и внедрению автоматизированной системы управления строительством. В принципе созданием и применением имитационной игры могут преследоваться конкретные цели как наилучшее освоение автоматизированной системой управления строительством, улучшение взаимопонимания между разработчиками и пользователями, выбор наиболее целесообразных проектных

решений и др. Разработкой и использованием имитационной игры может предусматриваться достижение одной или нескольких из целей, которые будут существенно влиять на последующие этапы создания и внедрения игры.

В качестве модели игры в основном выступают сетевая модель комплекса операций, линейный график или циклограмма. Естественно, разрабатываемая модель должна наилучшим образом отражать изучаемый процесс (ситуацию) или решаемую задачу.

Вслед за определением целей и разработкой модели формируется организационная структура - состав участников игры, - которая соответствует реально существующим или намеченным в проекте системы службам с учетом принятых в игре упрощений и замен. При формировании организационной структуры рассматривается различие интересов будущих участников игры и определяются функции каждого участника и их взаимосвязь. Нам кажется, что указанные вопросы должны рассматриваться на этапе разработки правила игры.

Однако в данной работе правила игры как отдельный конструктивный элемент не рассматриваются. Основные положения правил игры разрабатываются в таких этапах, как разработки процесса игры, системы стимулирования, документооборота, процедур, реализуемых участниками игры и в других этапах.

Для автоматизации игры формируются информационное, программное и техническое обеспечения.

Разработкам информационного и программного обеспечений соответствуют разработки документооборота и числового массива, составления программ и их испытания.

Техническое обеспечение игры представляет собой комплекс вычислительных машин и других средств, применяемых для формирования исходных данных, их переработки и выдачи готовых выходных документов. Предлагается тщательно проанализировать возможности технических средств с

характером и объёмом решаемых задач и использовать их только по необходимости.

Процесс разработки такой игры, как в работах Ефимова В.М. и Комарова В.Ф., приравнивается к проектированию любой организационно-технической системы, где должны выполняться предпроектные работы, техническое и рабочее проектирование, испытание, ввод в эксплуатацию и анализ результатов игры.

В работах Буркова В.Н., Щепкина А.В. [8,9,10] создание имитационной игры рассматривается по схеме создания теории организационного управления, т.е. задача построения игры сводится к задаче описания организационных систем.

Целью игры является экспериментальное исследование механизмов функционирования организационных систем и обоснования рекомендаций по их совершенствованию.

Компонентами игры являются составляющие описания организационной системы: структура, модели, описывающие ограничения на возможные состояния системы, и организационный механизм.

Структура и модель системы соответствуют структуре и модели имитационной игры. Организационный механизм, имеющий такие составляющие, как способ формирования данных, закон планирования и систему стимулирования, соответствует правилам игры.

Предлагается разрабатывать комплексы игр разной степени сложности с единой тематической направленностью. При этом каждая игра должна быть построена так, чтобы иметь несколько вложенных друг в друга описаний моделей (от простых до сложных) и описаний правил игры.

По работам Гидровича С.Р. и Сыроежина И.М [4,5] в основе конструкции игры лежит взаимосвязь ресурсов и использование значений о возможностях этих ресурсов.

Конструктивными элементами игровой модели являются участники игры, выступающие носителями моделируемых интересов: правила, ограничивающие и направляющие проявления интересов соответственно представлениям конструктора игры в моделируемом объекте; информационный массив, отражающий состояние и движение ресурсов моделируемой хозяйственной системы и стимулирующий проявление хозяйственных интересов у людей.

Процесс построения игры представляется в виде последовательности шагов, отражающих основные этапы конструирования.

Определение цели конструирования соответствует определению состава и характера результатов, которые надо получить.

На основании цели игры определяются участники игры и выявляется структура связей, моделируемая в игре.

Формирование правил игры состоит из таких этапов, как изучение и определение основных функций, выполняемых игроками; выявление области принятия решений; определение параметров и связей между факторами, которые необходимо отразить в игре; распределение областей принятия решений по участникам игры; уточнение процедурных вопросов ведения игры, т.е. составление блок-схемы операций и графика ведения игры; определение системы штрафов и поощрений и т.д.

Информационный массив формируется на следующих этапах: формирование числового массива и выявление материальных ресурсов.

В заключении рассматриваются этапы отладки и корректировки игры.

Предлагается конструирование игры в двух направлениях.

Первое - конструируется схема имитационной игры, полностью имитирующая деятельность выбранного объекта. В схему закладывается весь набор критериев и параметров, характерных для реальных процессов. Далее, шаг за шагом эта сложная игра упрощается до тех пор, пока практически будет

возможно, не теряя качественных связей и характеристик, имитировать интересующий нас объект.

Второе направление - конструируется набор функциональных игр, отражающих отдельные стороны деятельности хозяйственного объекта. Каждая из таких игр может определенным образом совершенствоваться и упрощаться как в первом случае. Далее проводится построение общей имитационной игры, объединяющей несколько уже готовых функциональных игр и имитирующей более полно деятельность всего комплекса.

В работах Жукова Р.Ф и Лифшица А.Н. [6,7] имитационная игра представляется в виде взаимосвязанных ситуаций, влияющих друг на друга. Ситуации описываются по тематикам. Одна или несколько ситуаций составляют фрагменты имитационной игры. Игру предлагается проводить в целом или по фрагментам. Отдельные, частные имитационные игры (фрагментарные) могут быть объединены в более комплексную имитационную игру. Предлагается разрабатывать игры с комплексной имитационной игрой, а затем определять тематику частных имитационных игр.

Разработка имитационной игры сводится к описанию материалов игры: проспекта игры, сценария игры, организации проведения игры и т.д.

Целью проведения игры является: подготовка и тренировка обучаемых и развития у них умений и навыков, в частности, принятия решений; проверка квалификации кадров; обучение новым методикам и типовым условиям их применения.

По работам зарубежных авторов: Р.Дьюка, М.Шубина, Ч.Чаки, Я.Мозеша и др., рассматривающих вопросы разработки имитационных игр, достаточно содержательный обзор дается в работе [1].

Из рассмотрения вышеназванных работ можно заключить следующее.

Ефимов В.М. и Комаров В.Ф., прекрасно раскрывая необходимость формирования системы мотивации игроков в соответствии с целью игры,

предлагают разрабатывать имитационные игры только как ролевые игры и с позиции чисто экономической теории без теоретико-игрового подхода.

На наш взгляд, такой подход сужает область применения игр и затрудняет их реализуемость, особенно в учебных целях. А достаточно содержательная методология разработки игр, предложенная им, ориентирована в основном для целей проектирования.

В методологии Рыбальского В.И. не делается акцента на формирование правила игры - основного конструктивного элемента учебной игры. Имитационная игра ориентирована на конкретную специализацию, т.е. разрабатывается на базе сетевых моделей для изучения и освоения систем сетевого планирования и управления строительством.

Игры, разработанные Бурковым В.Н., Щепкиным А.В., относятся в основном к исследовательским играм.

В работах Гидровича С.Р. и Сыроежина И.М. не уделяется должного внимания формированию моделей игры и системе мотивации игроков. Не конкретизированы вопросы автоматизации игры, т.е. не разрабатываются информационное, программное и техническое обеспечения.

В работах Жукова Р.С. и Лифшица А.Л. процесс конструирования игры сводится к описанию материалов игры в виде рекомендаций. Не формируются основные конструктивные элементы или компоненты игры.

Почти во всех концепциях конструирования игр предлагается построение сначала простых, фрагментарных или функциональных игр, а затем объединение их в единый комплекс игр по принципу "конструктора", а также путем изменения компонентов каждой игры создания простой или сложной имитационной игры.

1.2. Методология разработки имитационных игр

В данной работе предлагается методология конструирования автоматизированной имитационной игры, разработанная с учетом опыта работы ведущих ученых в этом направлении.

По предлагаемой методологии в основе конструирования игры лежит формирование цели игры и, исходя из цели, конструирование компонентов и разработка обеспечивающей части игры [11÷13,27].

Процесс разработки автоматизированной имитационной игры состоит из следующих последовательных этапов:

- формирование цели игры;
- конструирование компонентов игры;
- разработка обеспечивающей части игры;
- составление программы отладки и испытания игры;
- оформление инструкции по эксплуатации игры.

Формированию цели разрабатываемой игры, на наш взгляд, придается особое значение. Цель игры должна быть сформулирована ясно и четко, чтобы не возникли трудности и при конструировании, и при организации, и при проведении игры. В зависимости от изменения цели игры определяется и конкретное назначение игры. Например, игры для учебной цели, для исследовательской цели, для управленческой цели и т.д. (рис.1.1).

Цель имитационной игры можно сформулировать как квалифицированные характеристики кадров в виде знаний, умений и навыков или в виде конкретной деятельности.

В общем случае, если разрабатывается игра для профессионального обучения кадров, то квалификационная характеристика представляется в виде знаний, умений и навыков.

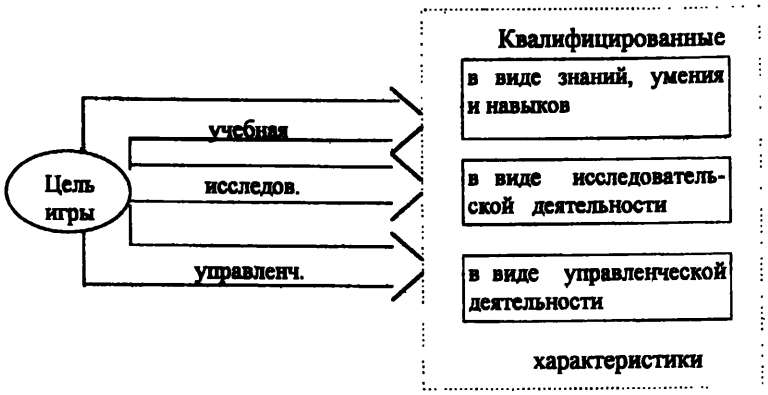


Рис.1.1

Если разрабатывается игра для исследовательской цели, тогда квалификационная характеристика представляется в виде исследовательской деятельности, которая раскрывается как комплекс функций в виде формирования задачи исследования, составления программы эксперимента, разработки или выбора метода регистрации, сбора, систематизации и анализа информации и оформления вывода для исследования организационно-экономических систем.

Если разрабатывается игра для управленческой цели, тогда квалификационная характеристика представляется в виде управленческой деятельности, отражающей процесс принятия решений как комплекс функций в виде сбора, систематизации и анализа информации, выявления проблемы, формулирования цели, генерирования альтернатив, оценки последствий реализации альтернатив и выбора альтернатив на соответствующих этапах процесса управления.

В процессе формирования цели игры необходимо учитывать требования эффективностей разрабатываемой игры и учебного процесса, а также особенности задач исследования конкретной организационно-экономической системы и управленческой деятельности кадров.

Эффективность разрабатываемой имитационной игры зависит от соответствия цели игры с конструируемой системой мотивации игроков с учетом их социально-профессиональной характеристики. Поэтому сформулированная цель игры должна обеспечить конструирование такой имитационной игры, в которой учитывались бы основные мотивационные факторы игроков.

Повышение эффективности учебного процесса находится в прямой зависимости от умелого использования активных методов обучения, в частности учебных имитационных игр. Использование имитационных игр в учебном процессе должно производиться по следующей схеме (рис.1.2).

Сначала необходимо выбрать множество тем учебного процесса или цикла, для изучения которых целесообразно использование имитационных игр.

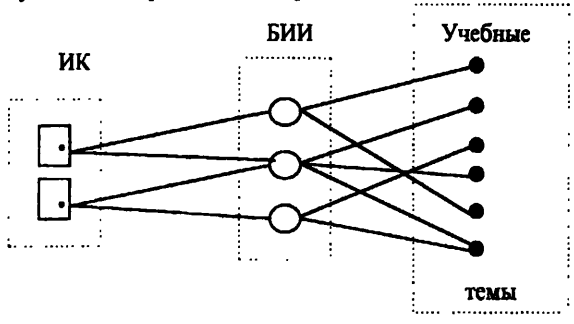


Рис.1.2

Далее необходимо выяснить количество имитационных игр или игровых комплексов, которое достаточно для игровой имитации механизмов выбранных учебных тем, и определить очередность их разработки. Указанные задачи решаются на основе метода экспертных оценок, задачи о покрытии и других комбинаторных задач.

Цель игры должна обеспечить конструирование и создание таких базовых имитационных игр и игровых комплексов, на основе которых можно было бы оптимальным образом использовать метод игрового имитационного моделирования в учебный процесс.

Базовой имитационной игрой будем называть имитационную игру, имеющую различные блоки компонентов игры, с помощью которых можно усложнять или упрощать игру.

При исследовании конкретной организационно-экономической системы возможны рассмотрения различных задач. Например, задача изучения результатов механизма функционирования системы, задача анализа существующего организационного механизма или задача синтеза организационных механизмов. Каждая из этих задач исследования имеет свои отличительные особенности, которые необходимо учитывать при экспериментальном исследовании их с помощью метода игрового имитационного моделирования (рис.1.3).

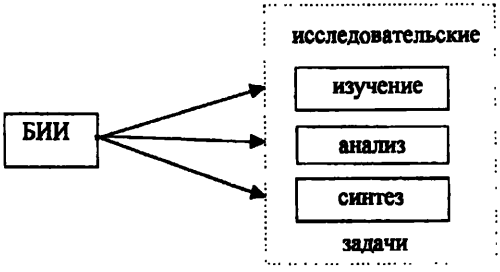


Рис.1.3

Сформулированная цель игры должна обеспечить конструирование базовой имитационной игры, отражающей исследовательскую деятельность кадров, с помощью которой можно будет провести экспериментальное исследование для различных задач конкретной организационно-экономической системы.

Особенности управленческой деятельности кадров зависят от степени пронизывания процессами принятия решений этапов: планирования, организации выполнения планов, контроля и регулирования и анализа с учетом характера сферы конкретной производственной деятельности.

В зависимости от того на каких этапах процесса управления отражаются операции процесса принятия решений, рассматриваются темы: планирования, организации выполнения планов, оперативного управления и анализа (рис.1.4).

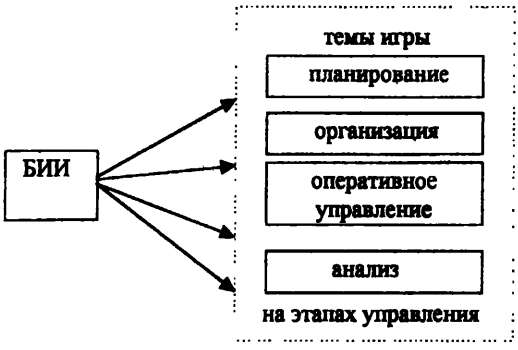


Рис.1.4

И в данном случае цель игры должна обеспечить конструирование базовой имитационной игры, с помощью которой можно будет разыгрывать отдельные темы на соответствующих этапах управленческой деятельности кадров.

Таким образом, разработка базовой имитационной игры для учебной, исследовательской или управленческой целей производится на основе конструирования таких компонентов и обеспечивающей части игры, которые состоят из различных блоков, удовлетворяющих требованиям сформулированной цели игры (рис.1.5).

Сформулированные цели игры позволяют более адекватно разрабатывать компоненты игры и её обеспечивающую часть, а также представить программу отладки и испытания игры и инструкцию по её эксплуатации.

Конструирование компонентов игры.

На основе предлагаемой концепции к компонентам базовой имитационной игры относятся: организационная структура и участники игры, модели и правила игры (рис.1.6).

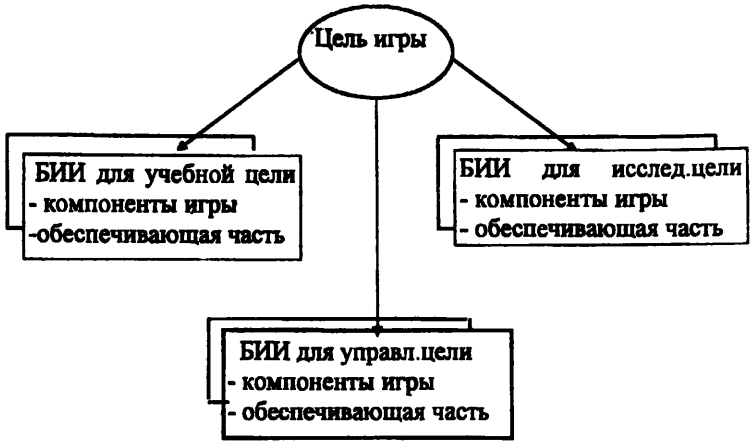


Рис.1.5

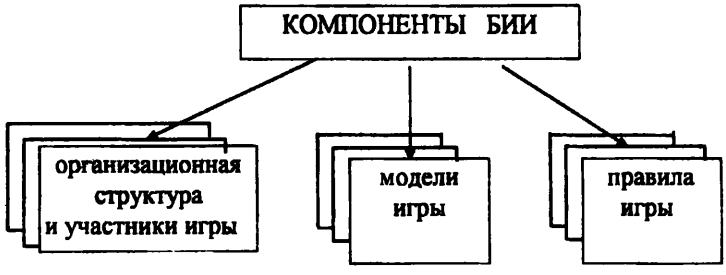


Рис.1.6

Определение организационной структуры и участников игры проводится на основе сформулированной цели с учетом сферы деятельности кадров. В зависимости от цели разрабатываемой игры организационная структура может быть и одноуровневой, и многоуровневой.

Как было предложено ранее, базовая имитационная игра должна содержать блоки различных организационных структур.

Если разрабатываемая игра отражает управленческую деятельность кадров или изучает результаты механизма функционирования системы, тогда

организационная структура должна полностью соответствовать реальной структуре моделируемой системы.

Если разрабатываемая игра отражает учебные или исследовательские цели, то организационная структура игры может представлять только основные структурные связи изучаемой системы.

Модель игры формируется с учетом цели и требования по обеспечению причастности игроков к функционированию рассматриваемой организационной системы. Она может быть представлена в виде формализованных математических моделей или моделирующих алгоритмов, отражающих основные закономерности процессов, протекающих в объекте управления и взаимодействия его с внешней средой.

Как и для случая определения организационной структуры, формирование модели игры зависит от цели разрабатываемой игры. Базовая имитационная игра должна содержать блоки различных моделей игры.

При конструировании игры для исследовательских целей объекты моделирования в основном описываются простыми математическими моделями.

Правила игры также учитывают цель игры и вместе с ней особенности модели и нормативные положения, принятые в рассматриваемой системе.

Базовая имитационная игра должна иметь блоки формальных и неформальных правил игры, которые как и предыдущие компоненты зависят от цели разрабатываемой игры.

Разработка обеспечивающей части игры при конструировании автоматизированной имитационной игры состоит из разработки программно-языкового и информационного обеспечения и выбора технических средств, которые должны обеспечить эффективную реализацию сконструированной имитационной игры в диалоговом режиме.

На последнем этапе составляется программа отладки и испытания игры и оформляется инструкция по её эксплуатации, которые должны обеспечить оценку качества сконструированной игры и её организацию и проведение.

1.3. Реализация игры на ЭВМ

Любая имитационная игра может быть реализована на ЭВМ. Практика применения имитационных игр подтверждает неоспоримые преимущества игр, сконструированных с использованием ЭВМ , перед играми, разработанными в ручном варианте.

Автоматизация имитационных игр расширяет их возможности, позволяет моделировать сложные игровые ситуации, повышает эффективность процессов принятия решений, обработки информации и совершенствует профессиональную подготовку специалистов, в результате использования ими средств вычислительной техники и компьютеризации обучений.

Автоматизированными имитационными играми будем называть имитационные игры, сконструированные с использованием технических средств на основе программно-языкового и информационного обеспечения.

Из примера реализации игры на ЭВМ видно, что игра проходит динамично и вызывает активный интерес участников. В течение одного игрового занятия можно провести и проанализировать несколько вариантов игры с различными принципами управления, в том числе и с применением "автоматов". Все начальные, промежуточные и конечные результаты игры можно получить в виде распечатки.

При малом числе людей или ограниченном времени, а также в случае экспериментальной проверки теоретических результатов целесообразно проведение игры в режиме "автомат", когда вместо некоторых или всех участников играет ЭВМ.

Представляет научный интерес сравнение стратегий людей со стратегиями "автоматов". ЭВМ (автомат) может играть за любое количество игроков. В режиме "автомат" можно проводить игру в любом варианте.

Возможно применение "автоматов" со стратегиями, например, построенными на основе гипотезы индикаторного поведения [23,25,26].

Последовательность проведения игры на ЭВМ показана на рис.1.7.

На основе предлагаемой методологии разработан комплекс деловых игр, который описан в следующих главах.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИГРЫ НА ЭВМ

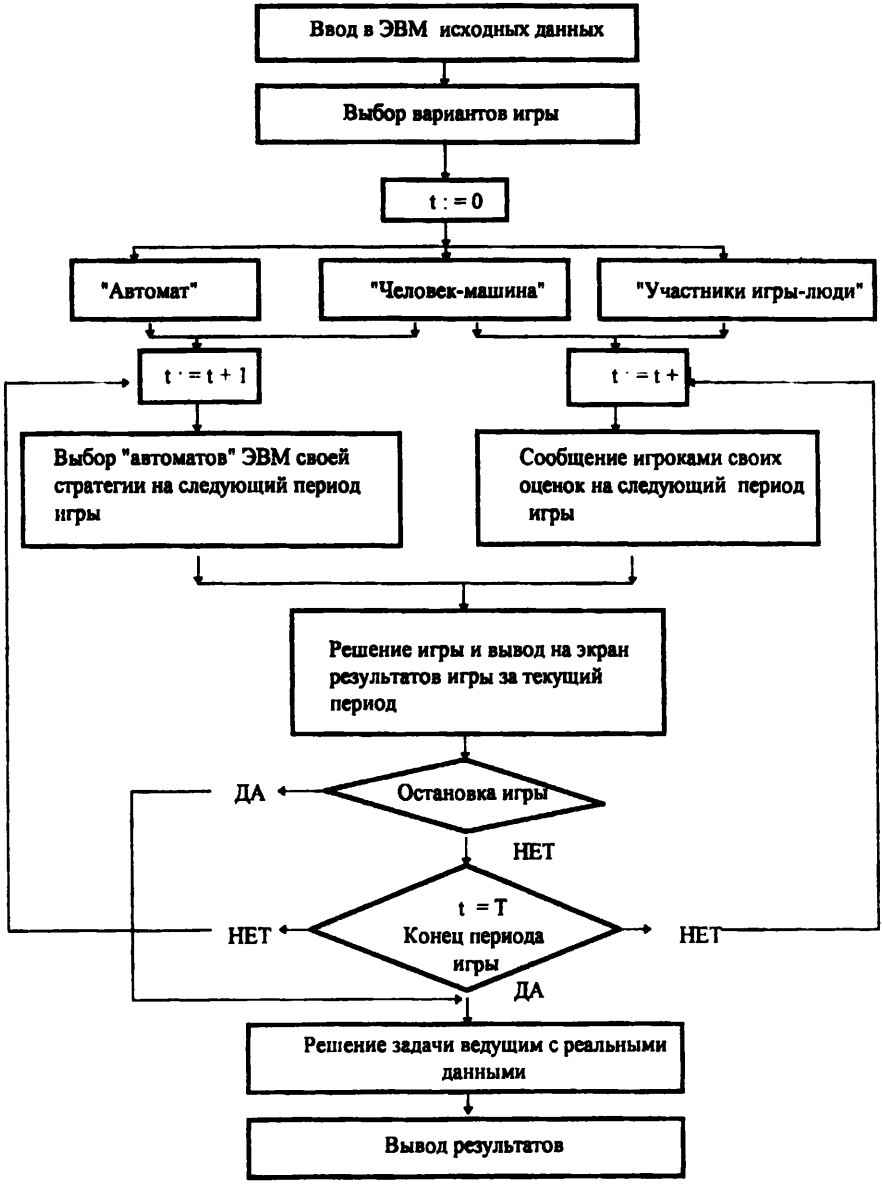


Рис.1.7

2. ДЕЛОВАЯ ИГРА "СБЫТ"

Деловая игра "Сбыт" предназначается для моделирования взаимоотношений между предприятием - поставщиком и предприятиями - потребителями в процессе сбыта готовой продукции.

Цель деловой игры - обучение студентов и хозяйственных руководителей принятию рациональных решений в процессе сбыта готовой продукции и анализ процесса управления сбытом [14÷16].

2.1. Описание моделируемой ситуации

В деловой игре рассматривается случай дефицита продукции, когда суммарный объем заказов на досрочную поставку превышает производственные возможности поставщика.

Сделаны следующие предположения:

- предприятия (поставщик и потребители) относятся к одной отрасли;
- объем досрочно поставляемой готовой продукции потребителям не превышает объема дополнительного выпуска продукции поставщиком;
- для каждого потребителя объем досрочно поставляемой ему продукции не превышает объема его заказа;
- поставщик не знает достоверно объемов необходимой продукции для каждого потребителя и значений коэффициентов их потерь от нехватки сырья, он знает лишь границы, в пределах которых могут изменяться эти величины;
- задачей предприятия - потребителя является минимизация суммарных издержек, связанных с досрочной покупкой и дефицитом сырья;
- предприятие - поставщик стремится составить план отгрузки готовой продукции, минимизирующий суммарные потери потребителей от нехватки сырья.

Вследствие неполной информационности поставщика возникает игровая ситуация, поскольку каждый потребитель старается минимизировать только свои потери от покупки дефицитного ресурса.

Интерес к исследованию именно этой ситуации вызван тем, что при нехватке сырья потребители несут большие убытки по сравнению с потерями от хранения избытков сырья.

Для анализа процесса управления сбытом готовой продукции сравниваются четыре закона управления: закон жесткой централизации без штрафования, закон согласованного управления без штрафования и те же законы управления со штрафами. Этот случай отражает реальную ситуацию, когда потребители и поставщик согласно договорам-контрактам могут наладить контроль за потерями от недопоставки продукции.

Функционирование системы условно разбивается на этапы и представляется следующим образом:

а) на этапе сбора информации (заявок на поставки) каждый потребитель сообщает поставщику свою оценку коэффициента потерь от дефицита (она определяет важность , срочность заказа);

б) на этапе планирования поставок поставщик решает задачу оптимального планирования и сообщает каждому потребителю величину поставок, определенную в ходе решения задачи.

Если применялся закон согласованного управления, то сообщалось и значение надбавки к цене за досрочную поставку продукции.

Задача решается на ЭВМ с применением алгоритма "симплекс метода";

в) на этапе реализации потребители и поставщик вычисляют значения своих целевых функций (величины потерь от дефицита сырья).

2.2. Описание модели игры

Обозначим:

$\mathbf{x_i}$ - объем досрочно поставляемой готовой продукции **i** - му потребителю;

$\mathbf{R_i}$ - объем заказа **i** - го потребителя;

B - дополнительный выпуск готовой продукции поставщиком;

μ_i - коэффициент потерь потребителя **i** от дефицита сырья (удельные потери);

λ - надбавка к цене за досрочную поставку продукции;

$\mathbf{d_i}$ - коэффициент штрафа потребителя **i** за недостоверную информацию.

Задачей поставщика является определение таких $\mathbf{x_i}$, которые обеспечивают минимизацию суммарных потерь

$$\mathbf{F = \sum_{i=1}^{n} \mu_i (R_i - x_i) \rightarrow min} \qquad (2.1)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^{n} \mathbf{x_i \le B}; \qquad (2.2)$$

$$\mathbf{x_i \le R_i}\ ,\ \mathbf{i = 1 \div n}. \qquad (2.3)$$

Целевая функция **i** - го потребителя имеет вид

$$\mathbf{f_i = \lambda x_i + \mu_i (R_i - x_i) \rightarrow min},\ \mathbf{i = 1 \div n}. \qquad (2.4)$$

Если применяются законы управления со штрафами, то

$$\mathbf{f_i = \lambda x_i + \mu_i (R_i - x_i) + d_i |\mu_i - \mu 1_i| R_i \rightarrow min}, \qquad (2.5)$$

где $\mu 1_i$ - оценка величины μ_i, которую сообщает поставщику **i** -й потребитель;

$\underline{M}_i \le \mu 1_i \le \overline{M}_i$, $\underline{M}_i, \overline{M}_i$ - соответственно нижние и верхние границы изменения величины μ_i, $\mathbf{i = 1 \div n}$.

Поставщик собирает информацию от потребителей о срочности поставок. Информация поступает в форме оценок $\{\mu_i\}$. После этого поставщик решает задачу оптимального планирования поставок, применяя законы жесткой централизации или согласованного управления:

а) закон жесткой централизации. В этом случае надбавка к цене за срочность поставки λ заранее известная постоянная величина. Поставщик решает задачу

$$F = \sum_{i=1}^{n} \mu 1_i (R_i - x_i) \to \min \qquad (2.6)$$

при условиях (2.2 ÷ 2.3);

б) закон согласованного управления. В этом случае λ определяется в ходе решения задачи (2.6, 2.2, 2.3) с учетом следующих дополнительных условий:

$$(\lambda - \mu_i)x_i = \min_{0 \le x_i \le R_i} (\lambda - \mu_i)x_i, \quad i = 1 \div n. \qquad (2.7)$$

Условия (2.7) требуют согласования интересов поставщика с интересами потребителей.

Таким образом, закон согласованного управления, который требует от вышестоящей организации, в данном случае поставщика, совершенного согласования своих интересов с интересами потребителей.

При реализации потребитель вычисляет значения своих целевых функций по формуле (2.4) или (2.5), если модель со штрафом.

Поставщик определяет величину своей целевой функции по формуле (2.1).

2.3. Предварительный анализ игры

Как было сказано ранее, игровая ситуация возникает из-за того, что каждый потребитель старается оптимизировать только свою целевую функцию

и, пользуясь неполной информированностью поставщика, может сообщать ему оценку величины μ_i, отличающуюся от достоверного значения.

Случай жесткой централизации $\lambda = \mathbf{const}$, $\mathbf{d_i = 0}$, целевая функция потребителя записывается в виде

$$\mathbf{f_i = (\lambda - \mu_i)x_i + \mu_i R_i \rightarrow min}.$$

Отсюда видно, что при $\lambda > \mu_i$ потребителям выгодно занижать оценки, т.е. $\mu 1_i < \mu_i$. А при $\lambda < \mu_i$ наоборот будет иметь место тенденция к завышению оценок: $\mu 1_i > \mu_i$.

Таким образом, в зависимости от величин λ и μ_i одни потребители сильно занижают собираемые оценки, а другие - наоборот сообщают оценку намного большую, чем истинное значение своего μ_i.

Вероятнее всего, что величина целевой функции поставщика в этих условиях будет далекой от оптимального значения.

Случай согласованного управления, $\mathbf{d_i = 0}$. Предположим, что потребители не учитывают влияния своих сообщаемых оценок $\{\mu 1_i\}$ на величину λ. Тогда при соблюдениях условий совершенного согласования (2.7), которые можно записать в виде:

$$\text{если} \quad \mu 1_i < \lambda, \text{ то следует } \mathbf{x_i = 0}\ ,$$

$$\text{если} \quad \mu 1_i > \lambda, \text{ то следует } \mathbf{x_i = R_i}, \quad \mathbf{i = 1 \div n}. \tag{2.8}$$

Выполняются следующие условия:

если $\mu_i < \lambda$, то $\mathbf{x_i = 0}$;

если $\mu_i > \lambda$, то $\mathbf{x_i = R_i}$, $\mathbf{i = 1 \div n}$,

описывающие равновесное состояние системы. Чтобы попасть в равновесное состояние i- й, потребитель должен сообщать поставщику оценку $\mu 1_i = \mu_i$, $\mathbf{i - 1 \div n}$.

Значит равновесной стратегией i -го потребителя, который желает попасть в равновесное состояние,является $\mu 1_i^* = \mu_i$, $i = 1 \div n$.

План, получаемый поставщиком при решении задачи (2.6, 2.7, 2.2, 2.3) на основании оценок $\left\{\mu 1_i^*\right\}$, является оптимальным согласованным планом.

Случай игры со штрафованием, $d_i > 0$.

При жесткой централизации, $\lambda = const$ и применений слабых шрафов $0 < d_i < 1$, $i = 1 \div n$ трудно добиться достоверной информации и потребители не могут попасть в равновесное состояние.

Только при сильном штрафовании, когда $d_i \geq 1$, $i = 1 \div n$, потребители сообщают достоверную информацию $\mu 1_i^* = \mu_i$, $i = 1 \div n$ и система приходит в равновесное состояние, предпочтительное для всех.

При случае согласованного управления достаточно слабого штрафа $0 < d_i < 1$, $i = 1 \div n$, чтобы система находилась в равновесном состоянии и потребители сообщали бы $\mu 1_i^* = \mu_i$, $i = 1 \div n$.

2.4. Выбор и назначение исходных данных

Исходные данные должны быть выбраны из следующих соображений:

1) так как рассматриваются предприятия, близкие по мощностям (одного класса) , то среди предприятий-потребителей не должно быть "монополистов", то есть по потребностям и коэффициентам потерь они не должны сильно отличаться друг друга;

2) истинные значения коэффициентов потерь μ_i должны отличаться от предельных значений $(\underline{M}_i, \overline{M}_i)$;

3) значение B должно удовлетворять условию $\sum_{i=1}^{n} R_i > B$, так как рассматривается случай дефицита продукции;

4) значение λ при жесткой централизации не должно быть равным значению λ при согласованном управлении, так как тогда трудно анализировать игру, лучше если $\lambda_{жц} \le \min_i \mu_i$ или $\lambda_{жц} \ge \max_i \mu_i$.

2.5. Порядок реализации игры на ЭВМ

Использование вычислительной техники позволяет расширить возможности деловой игры; игру можно проводить в учебных целях с участниками или в режиме автоматов с целью исследования влияния различных параметров на результаты игры.

Примечание: Деловая игра "Сбыт " реализована на ЭВМ.

Одна партия игры - от ввода данных в ЭВМ до вывода результатов на дисплей - занимает менее 10 секунд машинного времени. Игровой цикл, состоящий из 18-24 партий, проходит за 20-25 минут, что позволяет в течение одного занятия провести и проанализировать несколько вариантов игры с различными законами управления , в том числе и с применением "автоматов". Все начальные, промежуточные и конечные результаты выводятся на дисплей. Любой нужный нам результат можно получить в виде распечатки.

После загрузки программы и появления на экране трафарета "Ввод исходной информации" оператор (ведущий) вводит соответствующие команды или необходимые данные в порядке поступления запросов с ЭВМ. Запросы формируются в следующем виде:

1. Вариант игры: жесткая централизация, согласованное управление; жесткая централизация со штрафом или согласованное управление со штрафом

2. Характеристика поставщика - объем дополнительного выпуска к моменту получения заявок на досрочную поставку.

3. Характеристика потребителей:

3.1. Общее количество потребителей.

3.2. По каждому предприятию:

3.2.1. Объем требуемой досрочной поставки.

3.2.2. Истинное значение удельных издержек от нехватки продукции.

4. Количество периодов игры.

5. Вариант игры: в режиме "автоматов" или без него.

6. Штраф за недостоверную информацию.

7. Фиксированная надбавка к цене за срочность поставки (при жесткой централизации).

8. Если выбрать вариант игры в режиме "автоматов", то добавляются:

8.1. Номера предприятий , за которые будут играть участники игры.

8.2. Начальные оценки удельных издержек по предприятиям.

Автомат может играть за любое количество предприятий -потребителей готовой продукции (в данной игре потребителей может быть от 1 до 7).

После ввода исходной информации начинается партия игры:

- участники игры записывают свои оценки удельных издержек и сообщают их оператору;

- оператор вводит эти оценки в порядке, соответствующем номерам предприятий, и нажимает на кнопку "ввод" для решения задачи оптимального планирования;

- на экран дисплея и на печать выводятся:

- номер периода игры (месяца);

- вариант игры "Жесткая централизация" или "Согласованное управление";

- для всех предприятий:

- NN предприятий;

- величина досрочной поставки;

- затраты (в данном периоде);

- суммарные затраты (с начала игры);

- величина потерь поставщика (отрасли);

- штраф;

- надбавка к цене за срочность поставки.

Выведенная информация является общей, доступной для всех участников игры. Участники игры должны зафиксировать относящиеся к их предприятиям данные, проанализировать итоги прошедшего и принять решения на очередную партию игры.

После окончания всего игрового цикла можно распечатать программу и все запросы-команды, поданные в ходе игры.

2.6. Организация и проведение игры

1. Отбираются участники игры, $n = 4 \div 6$ команд (по 1-3 человека). Назначаются ведущий и оператор, последний может играть роль поставщика.

2. Участники игры предварительно знакомятся с теоретической частью игры.

3. Ведущий выбирает вариант игры (жесткая централизация, согласованное управление, жесткая централизация со штрафом или согласованное управление со штрафом).

4. Ведущий объясняет основные правила игры: порядок подачи заявок, вид целевых функций поставщика и потребителя, количество имитируемых периодов, сведения о поставщике, об использовании "автоматов" в качестве участников игры, если игра в режиме "автоматов", раздает участникам игры карточки - бланки (табл.2.3.) с основными сведениями о предприятиях - потребителях, сам заполняет бланк № 1 (табл.2.1.) с реальными данными

$$B,\ R_i,\ \mu_i,\ d_i,\ \underline{M_i},\ \overline{M_i},\ i = 1 \div n,\ \lambda\ ,$$

если жесткая централизация.

5. Участники изучают характеристики своих предприятий и намечают стратегию игры.

6. Оператор вводит в ЭВМ необходимые команды и исходные данные для проведения игры.

7. Начало игры :

участники принимают решение о заявках на досрочную поставку в очередной период, заносят его, не показывая другим участникам, в бланк (табл.2.3) и сообщают оценки $\mu 1_i$ оператору.

8. Оператор вводит их оценки $\{\mu_i\}$ в ЭВМ и дает команду для решения задачи.

9. Оператор сообщает план досрочных поставок, полученный в ходе решения задачи, каждому участнику игры (все результаты выводятся на экран дисплея). Участники заносят результаты, соответствующие их предприятиям, в свои бланки (табл.2.3.) и анализируют их. Оператор может также заполнять в табл.2.2.

Пункты 7 - 9 повторяются до окончания игрового цикла.

10. Ведущий вводит в ЭВМ реальные данные $\{\mu_i\}$ и дает команду для решения задачи.

11. После окончания всего периода игры производится распечатка с ЭВМ графиков изменения сообщаемых оценок, надбавки к цене, значений целевых функций потребителей и поставщика в зависимости от периодов игры.

12. Сравниваются результаты, полученные в ходе игры, с результатами, полученными в п. 10.

13. Проводится коллективный анализ результатов всех участников игры, обсуждение стратегий отдельных участников.

14. Ведущим подводится итог прошедшего первого цикла, проводится выявление и награждение победителей.

2.7. Реализация игры в режиме "автоматов"

При малом числе людей или ограниченном времени, а также в случае экспериментальной проверки теоретических результатов целесообразно проведение игры в режиме "автоматов".

Термин "автомат" определяет совокупность блока управления, который может пребывать в различных состояниях (внутренних состояниях автомата), а также устройства для ввода и вывода команд.

Функционирование автомата происходит следующим образом:
через входное устройство в t - момент времени сигнал команды поступает в блок управления, где в соответствии с разработанной программой (стратегией) автомат будет переходить из одного внутреннего состояния в другое. Затем выходное устройство выдает команду, соответствующую t -му текущему состоянию автомата.

Представляет научный интерес сравнение стратегий людей со стратегиями "автоматов". В режиме "автоматов" можно проводить игру в любом варианте.

ЭВМ ("автомат") может играть за любое количество игроков (предприятий-потребителей).

Стратегии "автоматов" зависят от величины целевой функции потребителя, за которого играет ЭВМ. После очередной партии игры ЭВМ сравнивает значения своей целевой функции в текущей партии со значением в предыдущей партии. Если текущее значение более выигрышное, чем предыдущее, то "автомат" делает еще один шаг (длина шага больше или равна "1") в этом направлении, если проигрышное, то возвращается в предыдущее положение и в следующем ходе, если к этому периоду значение целевой функции не меняется, "автомат" делает ход в обратном направлении и т.д.

Если в обоих направлениях проигрышные стратегии, то "автомат" придерживается исходной выигрышной стратегии.

Если за какие-то предприятия - потребители играют люди, то стратегия "автомата" зависит и от стратегии людей; правила выбора стратегии "автоматов", приведенные выше, остаются в силе.

Таблица 2.1 (Ведущему)

РЕАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

№ № предприятий-потребителей	1	2	3	4	5
R_i	25	25	30	30	20
μ_i	6	8	5	7	8
$\underline{M_i} \le \mu 1_i \le \overline{M_i}$	[1,10]	[1,10]	[1,10]	[1,10]	[1,10]
d_i	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
$B = 85$ $\lambda^* = 5$					

Таблица 2.2 (Ведущему)

№ № партии	$F = \sum_{i=1}^{n} \mu_i(R_i - x_i) \to \min$											
	$\mu 1_i$					λ	x_i					F
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	10	8	8	9	9	8	25	4	6	30	20	288
2	...	...	...	....	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Таблица 2.3 (Участнику)

Предприятие № i , $f_i = \lambda x_i + \mu_i(R_i - x_i)$ $R_i = 30$, $\mu_i = 7$, $1 \le \mu 1_i \le 10$			
№ партии	1	2	. . . . .
$\mu 1_i$	9	...	. . . . .
x_i	30	...	. . . . .
f_i	150	...	. . . . .
λ^*	5	...	. . . . .

*- При жесткой централизации λ = const

2.8. Обсуждение результатов игры

Деловая игра "Сбыт" была применена для экспериментального исследования законов жесткой централизации и согласованного управления. Исследовались следующие случаи.

1. Закон жесткой централизации (со штрафами и без штрафов за искажение информации о коэффициентах потерь).

2. Закон согласованного управления.

Оба случая исследовались в режимах игры участников (людей) и игры людей с участием автоматов.

Всего было проведено порядка 100 игр по 10-15 партий каждая.

Типичное поведение участников (или автоматов) для различных случаев проведено на рис.2.1÷ 2.13.

График (рис.3.1) соответствует закону жесткой централизации без штрафов за искажение информации. У всех игроков явная тенденция к завышению оценок $\mu 1_i$. К концу игры все игроки сообщают максимально допустимые величины оценок $\mu 1_i$, что соответствует ситуации равновесия.

На рис.2.2 и 2.3 приведены графики изменения оценок (рис.2.2) и значений целевых функций (рис.2.3) для случая жесткой централизации со штрафами за отклонение $\mu 1_i$ от μ_i (штрафная функция имеет вид $0{,}5 | \mu_i - \mu 1_i |$). Функционирование систем при введении штрафов улучшается. Так, игроки 2 и 5 сообщают оценки, близкие к достоверным. Однако тенденция к увеличению оценок сохранилась, что видно по поведению игроков 1. 3 и 4. Случай закона согласованного управления приведен на рис.2.4 и 2.5. К концу игры все участники сообщают достоверные оценки $\mu 1_i = \mu_i$, что соответствует ситуации равновесия при гипотезе слабого влияния. Потери в системе при этом равны минимальным (рис.2.5).

Пример игры автоматов приведен на рис.2.6, 2.7 (случай жесткой централизации). Обращает внимание тот факт, что автоматы сразу начинают "играть на повышение", что соответствует поведению опытного игрока. Рис.2.8, 2.9 иллюстрируют игру автоматов в случае "сильных штрафов" (штрафная функция равна $| \mu_i - s_i |$).

Наконец, рис. 2.10 ÷ 2.13 иллюстрируют игру с одновременным участием людей и автоматов (в игре, показанной на рис. 2.10, 2.11, только первый игрок человек, а в игре, показанной на рис. 2.12, 2.13 - первый и третий). В обоих случаях применялся закон согласованного управления. Легко видеть, что к концу игры и автоматы и люди выходят на устойчивое сообщение оценок, равных истинным (при небольших колебаниях $\pm$ 1 некоторых автоматов, вызванных пробными движениями). Стратегии автоматов и людей качественно близки за исключением ряда "случайных выбросов" у людей (отмечены звездочкой на рисунках), что объясняется вероятно желанием посмотреть "а что будет ?" (эти выбросы явно не рациональны, поскольку завышение оценок в случае закона согласованного управления не может привести к уменьшению потерь, что легко показать теоретически и что видно из графиков целевых функций первого игрока (рис.2.11) и первого и третьего игроков (рис.2.13).

Таким образом, проведенные экспериментальные деловые игры подтвердили эффективность закона согласованного управления в системе "поставщик - потребители". Второй вывод связан с экспериментальным обоснованием гипотезы слабого влияния при числе игроков, равном 5 (или более). Действительно, устойчивые стратегии игроков в случае закона согласованного управления соответствуют ситуации равновесия при гипотезе слабого влияния.

Примечание: Распечатка программы деловой игры "Сбыт" дана в приложении 1. В приложении 2 и 3 даны выведенные на дисплей ЭВМ результаты игры за определенный период, соответственно при случаях жесткой централизации и согласованного управления.

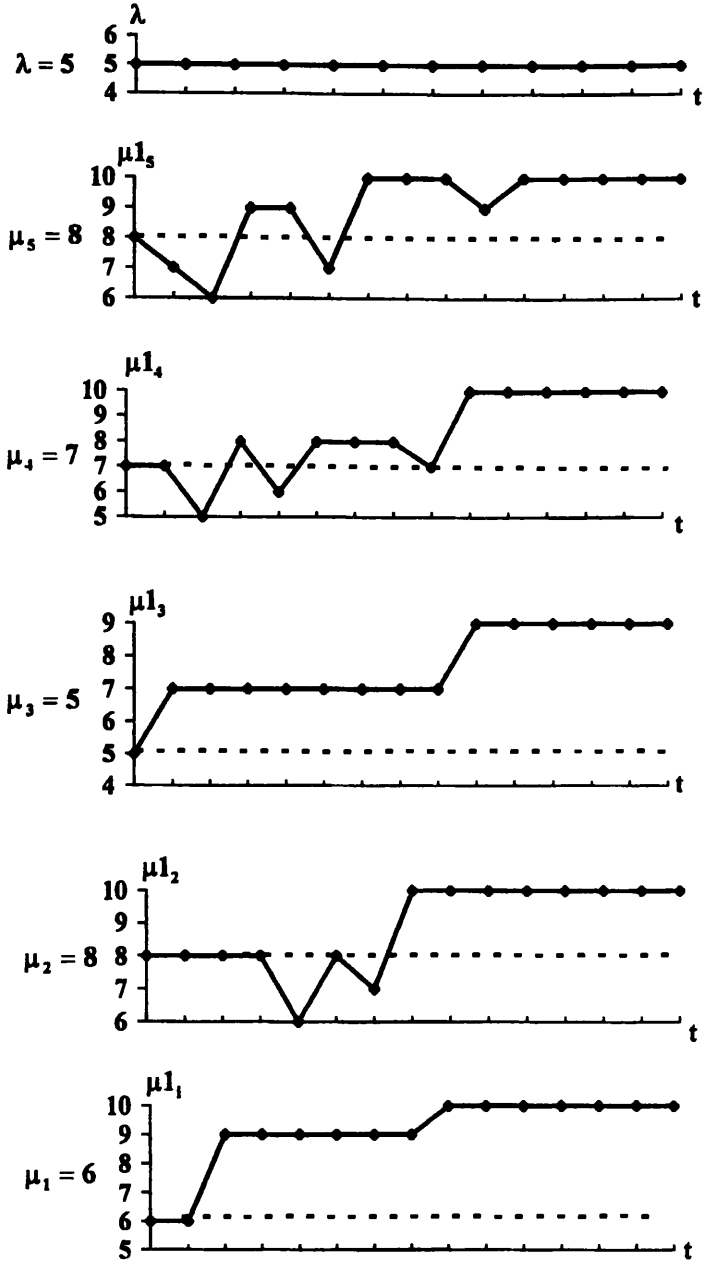

λ
λ = 5
6
5
4
t
μ1₅
μ₅ = 8
10
9
8
7
6
t
μ1₄
μ₄ = 7
10
9
8
7
6
5
t
μ1₃
μ₃ = 5
9
8
7
6
5
4
t
μ1₂
μ₂ = 8
10
9
8
7
6
t
μ1₁
μ₁ = 6
10
9
8
7
6
5
t

Рис.2.1

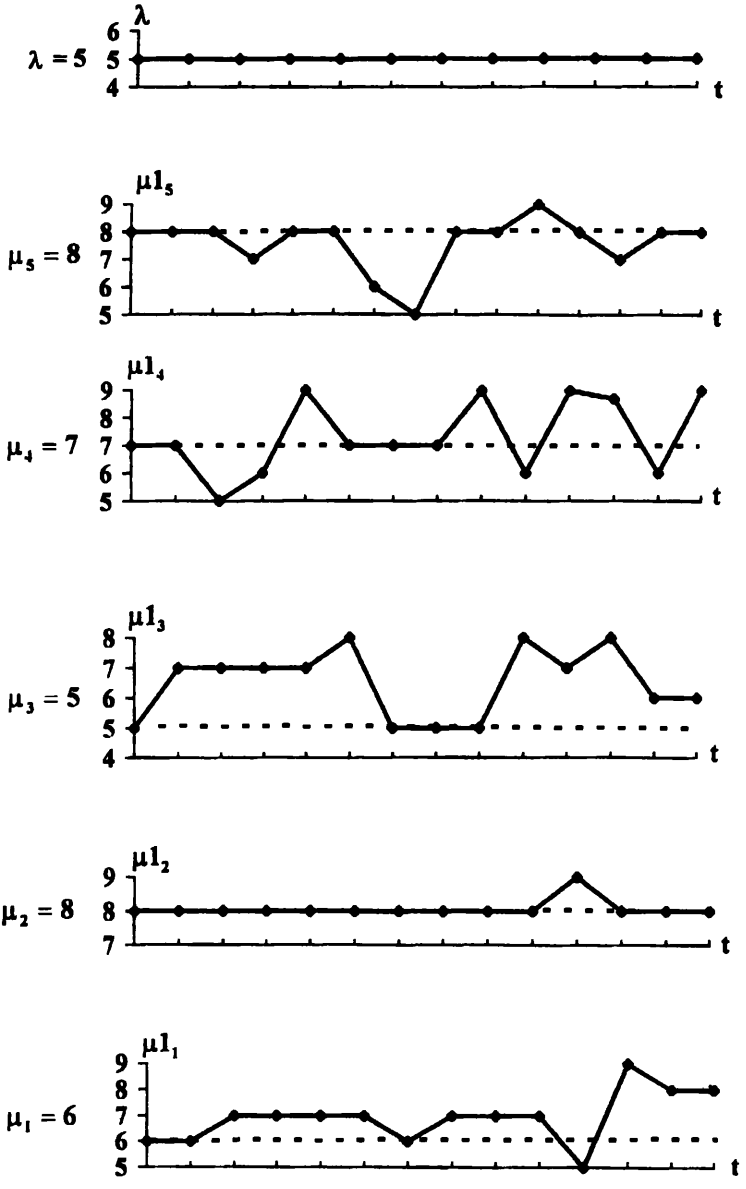

λ
λ = 5
6
5
4
t
μl5
μ5 = 8
9
8
7
6
5
t
μl4
μ4 = 7
9
8
7
6
5
t
μl3
μ3 = 5
8
7
6
5
4
t
μl2
μ2 = 8
9
8
7
t
μl1
μ1 = 6
9
8
7
6
5
t

Рис.2.2

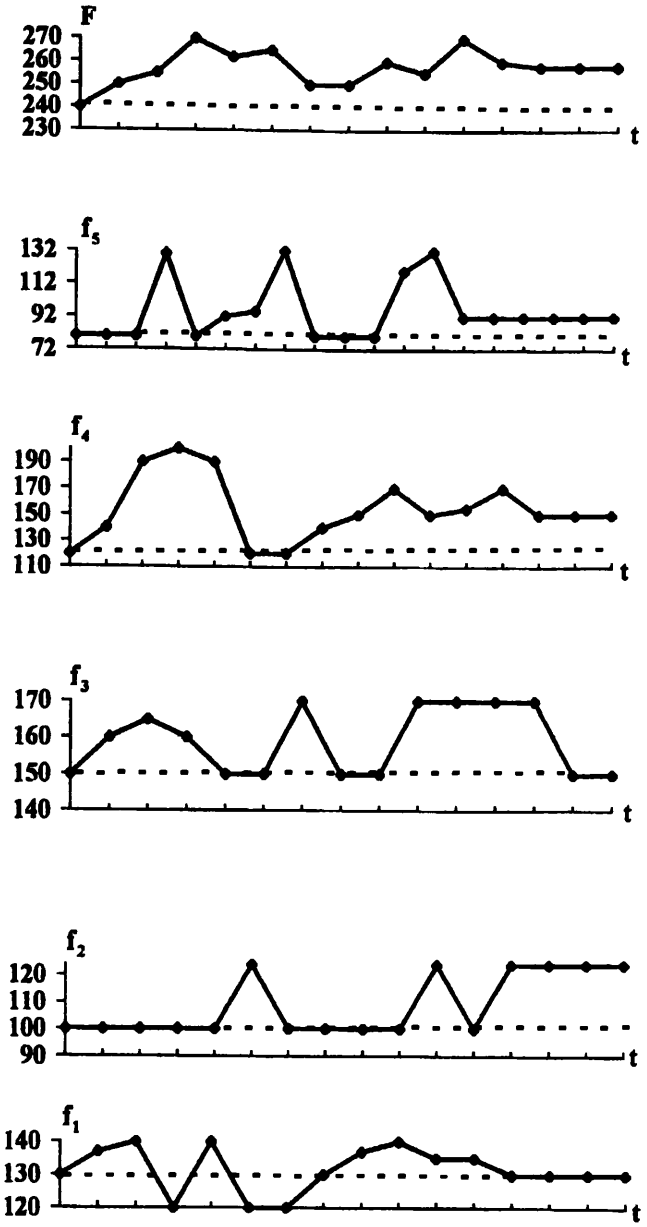

F
270
260
250
240
230
t
f5
132
112
92
72
t
f4
190
170
150
130
110
t
f3
170
160
150
140
t
f2
120
110
100
90
t
f1
140
130
120
t

Рис.2.3

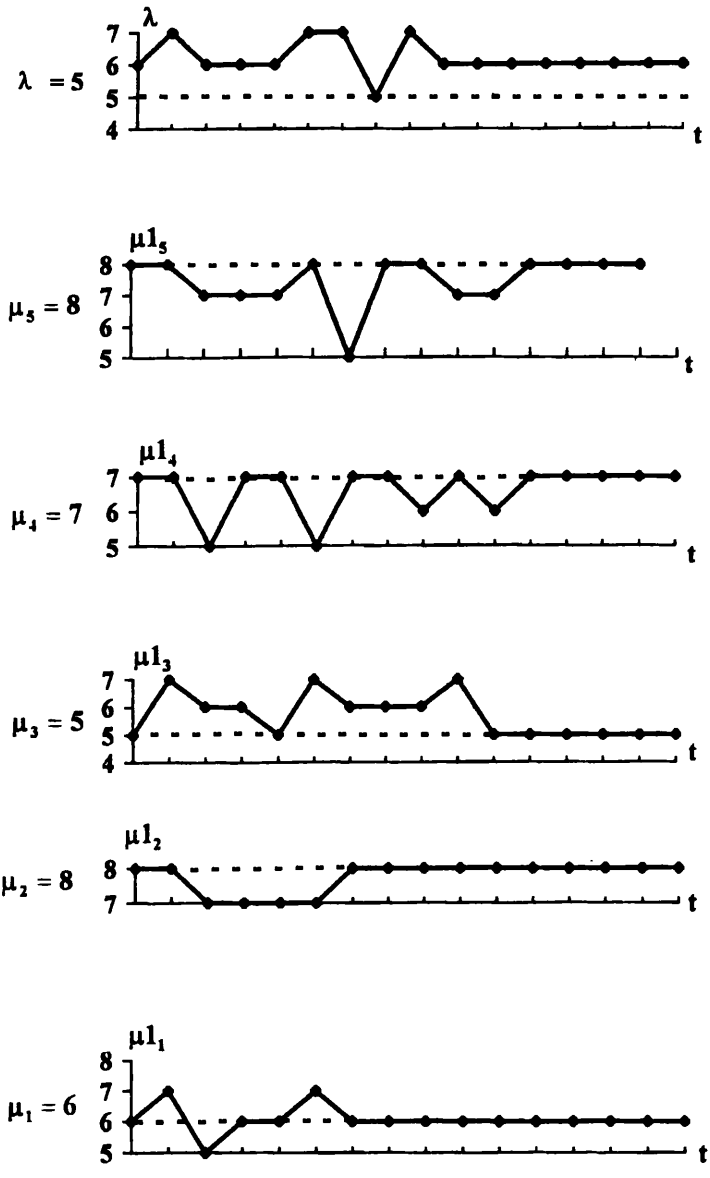

λ
λ = 5
7
6
5
4
t
μ1₅
μ₅ = 8
8
7
6
5
t
μ1₄
μ₄ = 7
7
6
5
t
μ1₃
μ₃ = 5
7
6
5
4
t
μ1₂
μ₂ = 8
8
7
t
μ1₁
μ₁ = 6
8
7
6
5
t

Рис.2.4

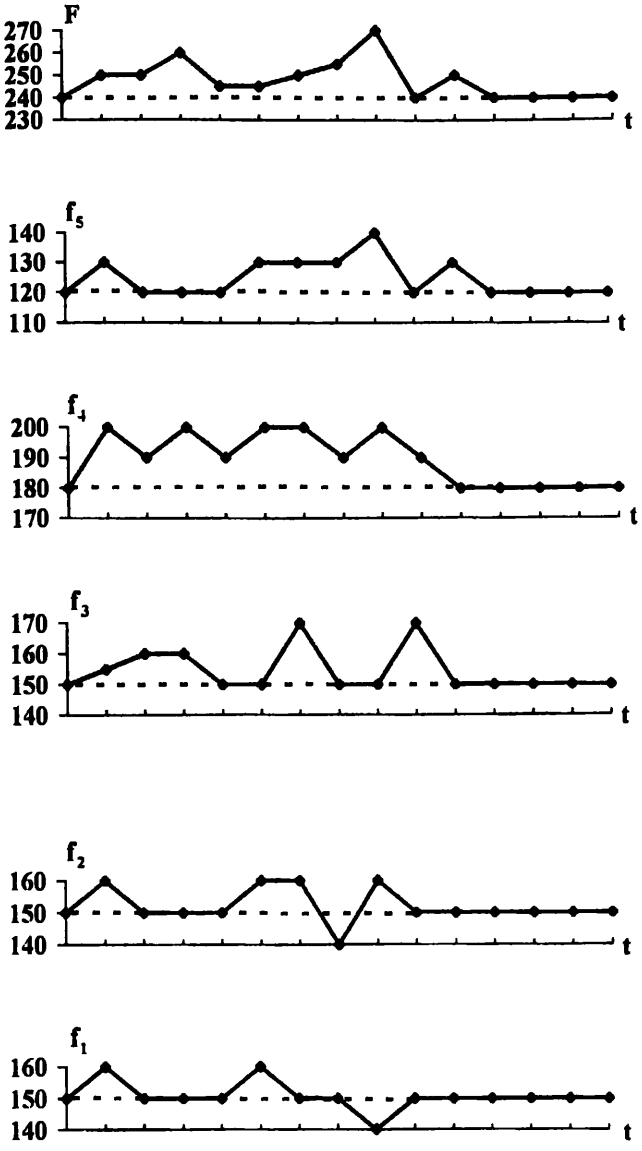

F
270
260
250
240
230
t
f5
140
130
120
110
t
f4
200
190
180
170
t
f3
170
160
150
140
t
f2
160
150
140
t
f1
160
150
140
t

Рис.2.5

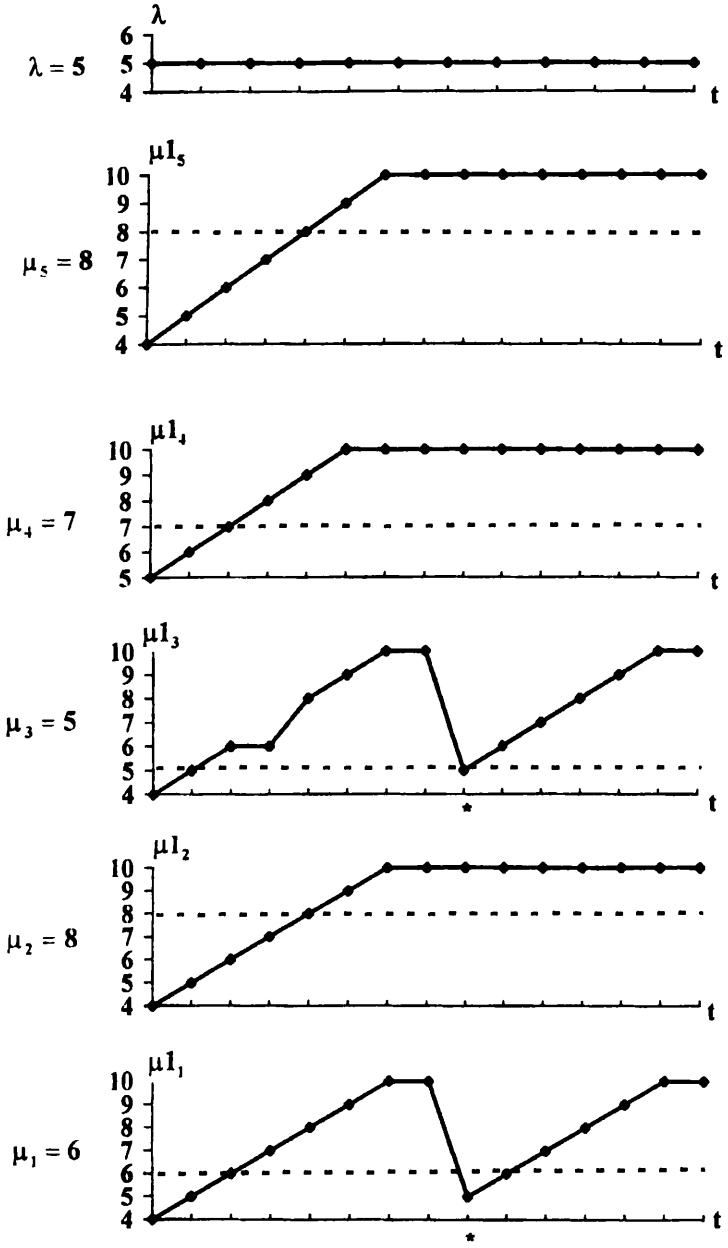

λ
λ = 5
6
5
4
t
μl5
μ5 = 8
10
9
8
7
6
5
4
t
μl4
μ4 = 7
10
9
8
7
6
5
t
μl3
μ3 = 5
10
9
8
7
6
5
4
t
μl2
μ2 = 8
10
9
8
7
6
5
4
t
μl1
μ1 = 6
10
9
8
7
6
5
4
t

Рис.2.6

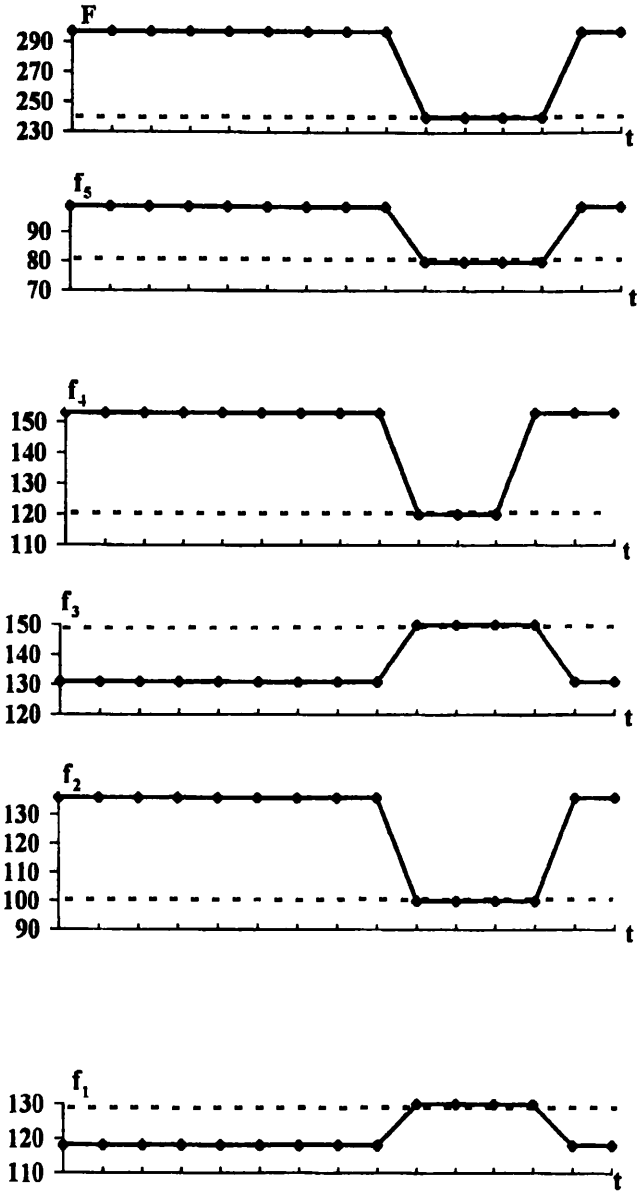

F
290
270
250
230
t
f5
90
80
70
t
f4
150
140
130
120
110
t
f3
150
140
130
120
t
f2
130
120
110
100
90
t
f1
130
120
110
t

Рис.2.7

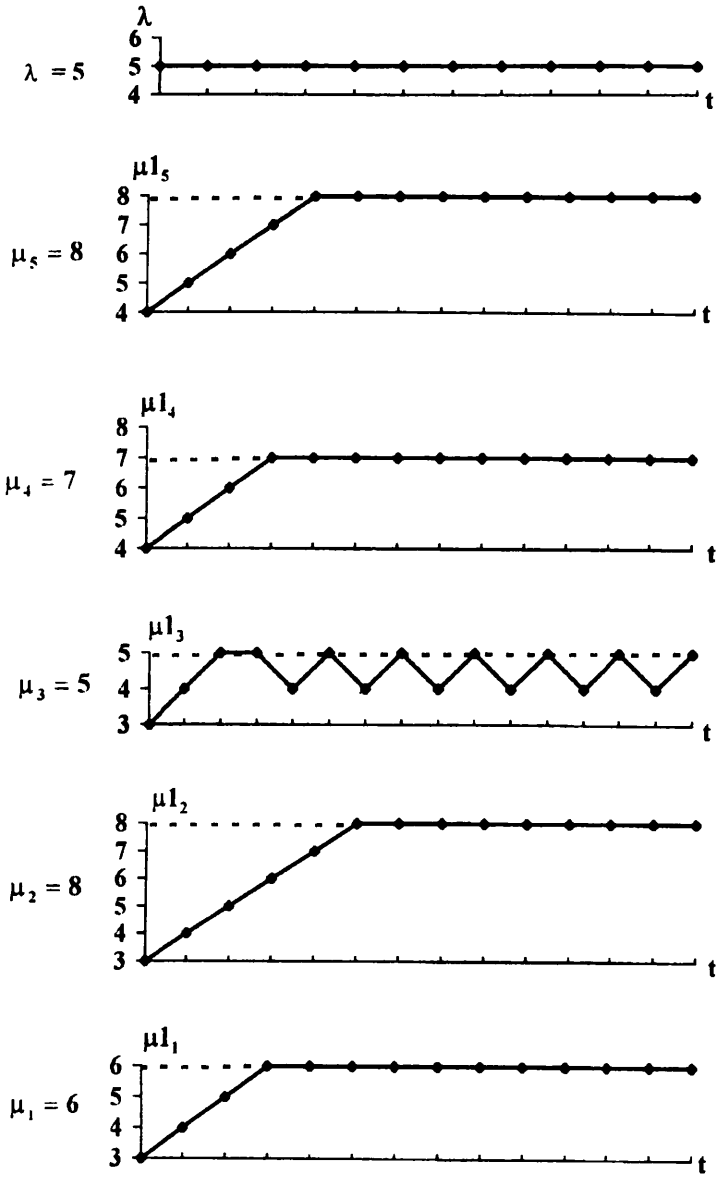

λ
λ = 5
6
5
4
t
μl5
μ5 = 8
8
7
6
5
4
t
μl4
μ4 = 7
8
7
6
5
4
t
μl3
μ3 = 5
5
4
3
t
μl2
μ2 = 8
8
7
6
5
4
3
t
μl1
μ1 = 6
6
5
4
3
t

Рис.2.8

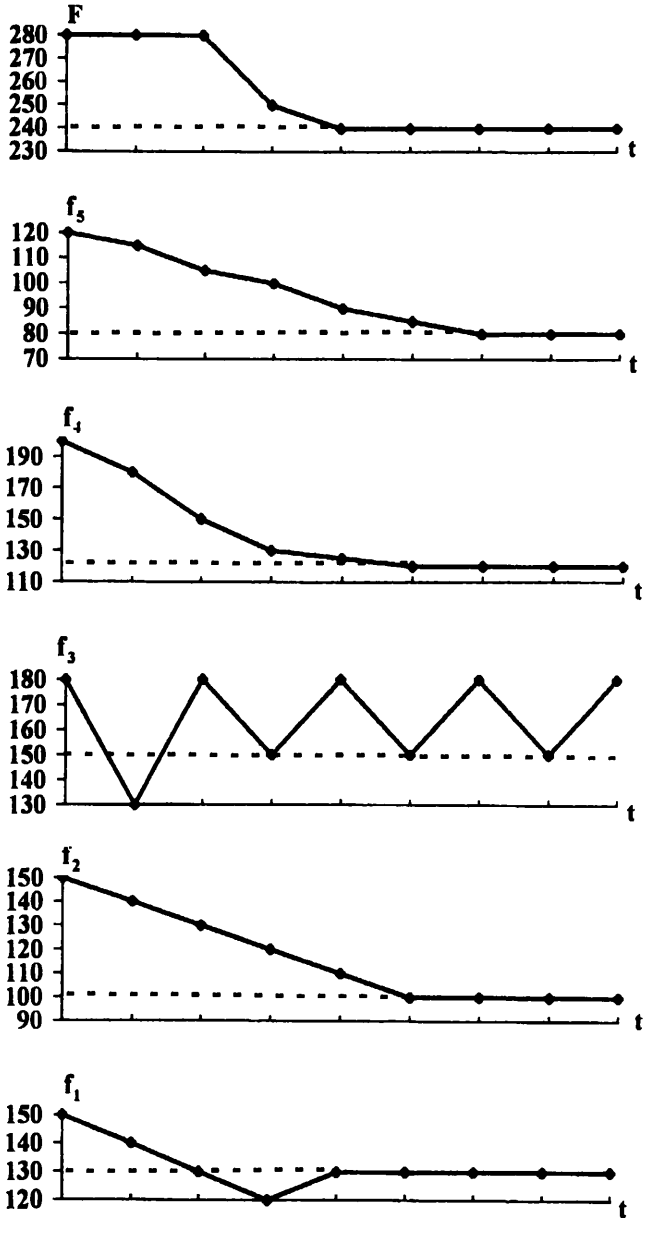

F
280
270
260
250
240
230
t
f5
120
110
100
90
80
70
t
f4
190
170
150
130
110
t
f3
180
170
160
150
140
130
t
f2
150
140
130
120
110
100
90
t
f1
150
140
130
120
t

Рис.2.9

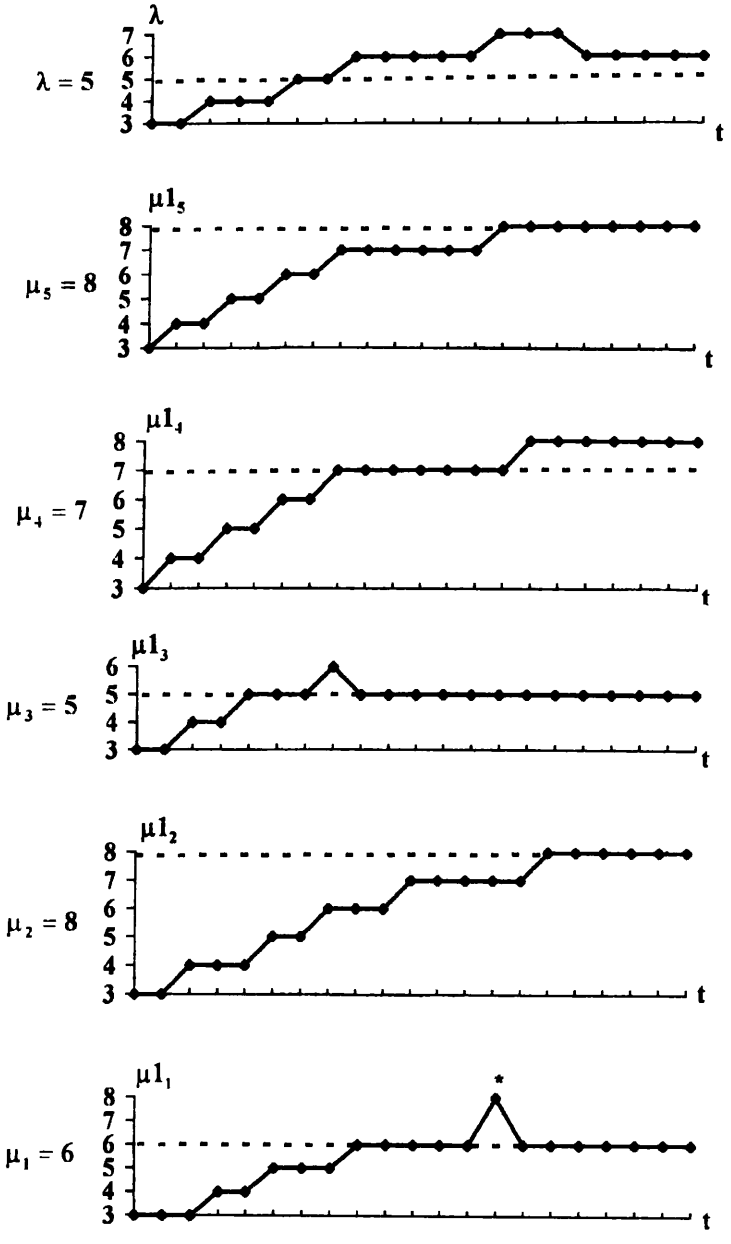

λ
λ = 5
7
6
5
4
3
t
μ1₅
μ₅ = 8
8
7
6
5
4
3
t
μ1₄
μ₄ = 7
8
7
6
5
4
3
t
μ1₃
μ₃ = 5
6
5
4
3
t
μ1₂
μ₂ = 8
8
7
6
5
4
3
t
μ1₁
μ₁ = 6
*
8
7
6
5
4
3
t

Рис.2.10

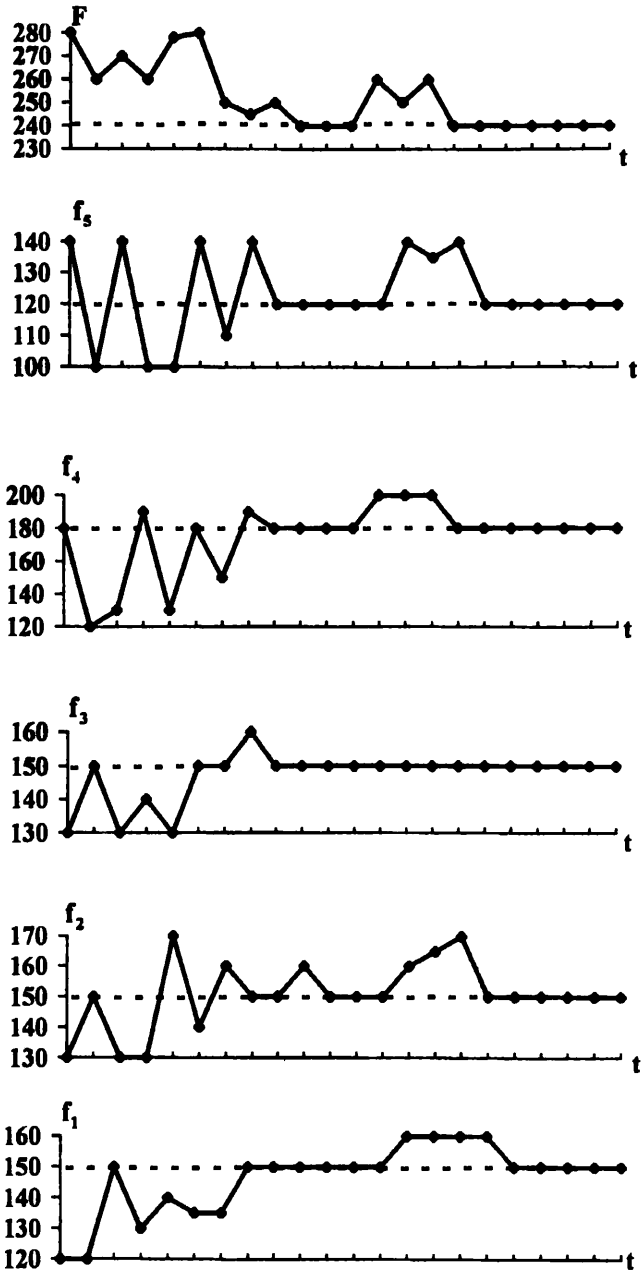

F
280
270
260
250
240
230
t
f5
140
130
120
110
100
t
f4
200
180
160
140
120
t
f3
160
150
140
130
t
f2
170
160
150
140
130
t
f1
160
150
140
130
120
t

Рис.2.11

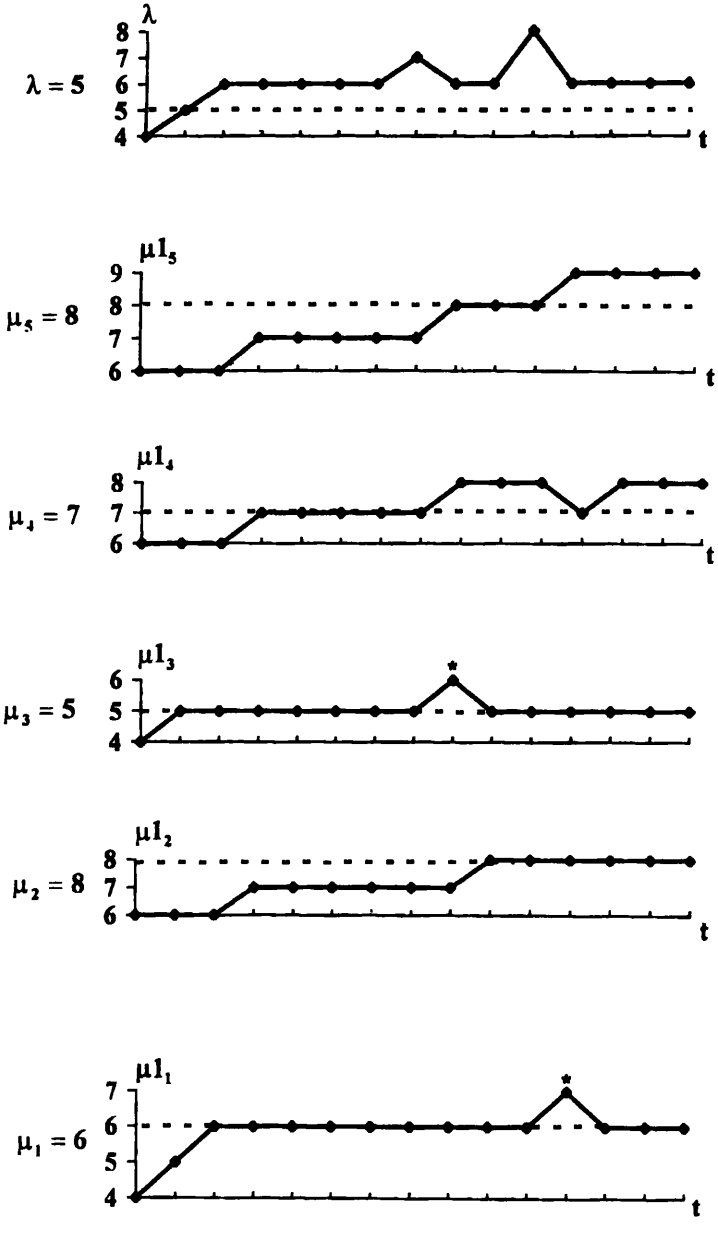

λ
8
7
6
5
4
t
λ = 5
μl5
9
8
7
6
t
μ5 = 8
μl4
8
7
6
t
μ4 = 7
μl3
6
5
4
*
μ3 = 5
μl2
8
7
6
t
μ2 = 8
μl1
7
6
5
4
*
t
μ1 = 6

Рис 2.12

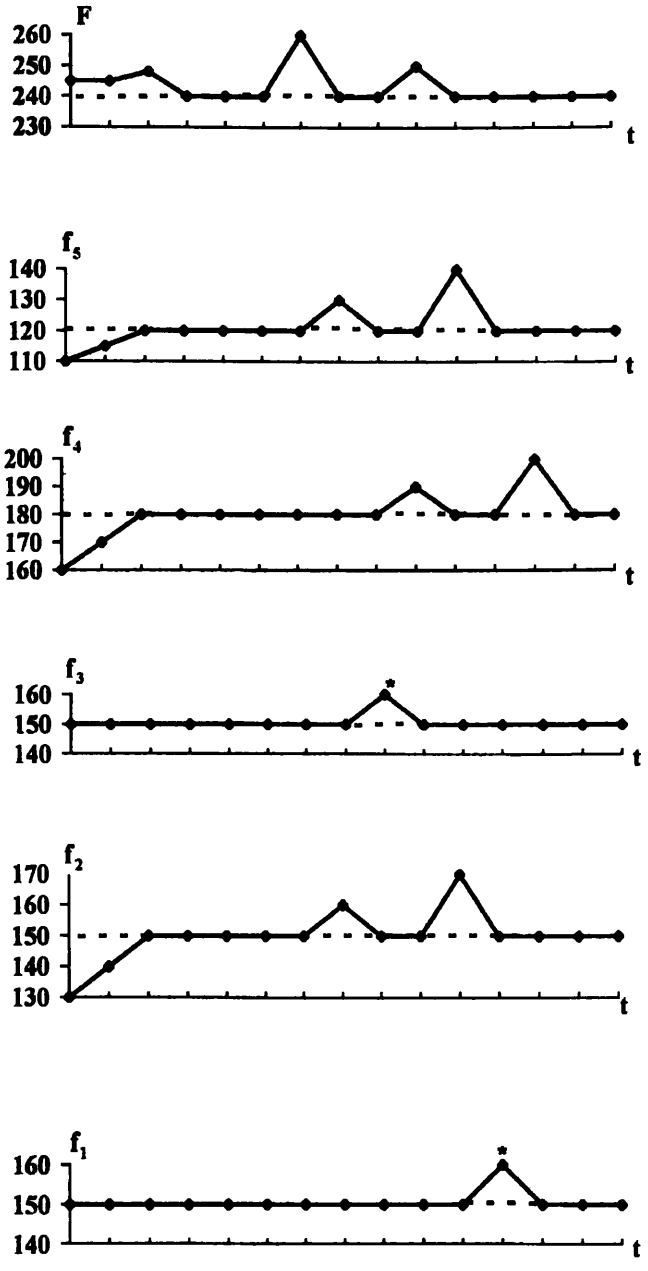

F
260
250
240
230
t
f_5
140
130
120
110
t
f_4
200
190
180
170
160
t
f_3
160
150
140
*
t
f_2
170
160
150
140
130
t
f_1
160
150
140
*
t

Рис.2.13

3. ДЕЛОВАЯ ИГРА "РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУЗОПОТОКОВ ПО ВИДАМ ТРАНСПОРТА"

Транспорт имеет важнейшее государственное и народнохозяйственное значение. Он является одним из главных факторов успешного развития экономики и культуры, рационального размещения производительных сил в стране.

Повышение качества и эффективности работы транспорта может быть реально достигнуто лишь при организации четкого взаимодействия различных видов транспорта и их комплексной эксплуатации.

Для правильного распределения перевозок по видам транспорта необходимо решить ряд технико-экономических и управленческих задач: согласованное распределение перевозок, создание системы соизмеримых показателей работы разных видов транспорта, установление взаимоувязанных тарифов на перевозки, определение правовых основ комплексной эксплуатации видов транспорта, создание автоматизированной системы управления транспортом и др.

Деловые игры "Распределение грузопотоков по видам транспорта" и "Распределение грузопотоков по направлениям" построены на базе простых формальных линейных и нелинейных моделей, описывающих традиционные транспортные и распределительные задачи. Они дают возможность быстро и наглядно анализировать действия различных принципов и законов управления в транспортных системах [14,17÷23].

3.1. Содержательное описание игры

Рассмотрим простейшую транспортную систему, состоящую из пункта отправления А и пункта назначения Б (рис.3.1). Примем, что из пункта А в пункт Б в течение планируемого периода необходимо перевезти **R** единицы

груза. Перевозка груза может осуществляться различными видами транспорта (например, железнодорожным, речным, морским, автомобильным и т.д.).

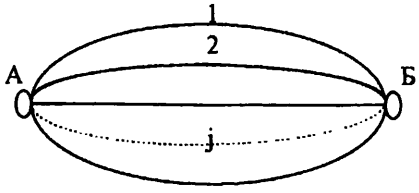


Рис.3.1

Обозначим через $\varphi_j(x_j)$ затраты на перевозку груза в количестве x_j, j - м видом транспорта. Задача заключается в определении объемов перевозок, выполненных каждым видом транспорта так, чтобы общие (совокупные) затраты в транспортной системе были минимальными. Примем, что координационный центр решает задачу распределения грузопотоков между различными видами транспорта. Для решения этой задачи координационный центр должен иметь информацию о функциях затрат $\varphi_j(x_j)$. Примем, что эта информация имеется в соответствующей транспортной подсистеме. Рассмотрим следующий механизм функционирования координационного центра .

1. Каждая транспортная подсистема сообщает в координационный центр информацию о затратах на перевозку грузов. В дальнейшем примем, что функции $\varphi_j(x_j, r_j)$ заданы в параметрическом виде и известные в координационном центре с точностью до параметра r_j. В этом случае каждая транспортная подсистема сообщает в координационный центр оценку s_j параметра r_j.

2. Координационный центр решает задачу определения грузопотоков $x_j(s)$(план), а также определяет (и корректирует) тарифы на перевозку $\lambda(s)$ (управление). Очевидно, что каждая транспортная подсистема, сообщая

информацию о затратах, преследует свои хозяйственные интересы. При "плохом" согласовании интересов транспортных подсистем и координационного центра в системе могут возникнуть отрицательные тенденции завышения оценок затрат на перевозку грузов. Проблема состоит в создании такого хозяйственного механизма, который обеспечивает решение задачи оптимального планирования грузопотоков в координационный центр на основе достоверной информации о затратах на перевозку.

3.2. Описание модели игры

Рассматривается двухуровневая система, содержащая координационный центр и несколько транспортных подсистем.

Пусть для простоты вычислений, не снижающей уровня общности выводов,

$$\varphi_j(x_j, r_j) = \frac{1}{2r_j} x_j^2, \quad j = 1 \div m,$$

где r_j - характеризует коэффициент эффективности j - й транспортной подсистемы (величина, обратная трудоемкости перевозки единицы груза).

Тогда целевая функция каждой транспортной подсистемы определяется величиной прибыли от перевозки x_j количества грузов

$$f_j = \lambda x_j - \frac{1}{2r_j} x_j^2. \qquad (3.1)$$

Задача координационного центра формулируется следующим образом: определить такой план грузопотоков $\{x_j\}$, чтобы

$$\sum_{j=1}^{m} \frac{1}{2r_j} x_j^2 \to \min \qquad (3.2)$$

при условии $\sum_{j=1}^{m} x_j = R$.

Так как координационному центру известны только s_j оценки r_j, то задача (3.2) имеет следующий вид :

$$\left.\begin{aligned} &\sum_{j=1}^{m} \frac{1}{2s_j} x_j^2 \to \min \\ &\sum_{j=1}^{m} x_j = R \end{aligned}\right\} \qquad (3.3)$$

В случае принципа жесткого централизованного управления, когда величины λ заданы координационным центром постоянно для всех транспортных подсистем, план $x_j(s)$ определяется выражением

$$x_j = s_j \frac{R}{\sum_{j=1}^{m} s_j}, \quad j = \overline{1 \div m}. \qquad (3.4)$$

В случае принципа согласованного управления координационный центр учитывает дополнительные условия согласования, выполнение которых гарантирует каждой транспортной подсистеме наибольшую "прибыль" при заявляемой величине s_j.

Условия согласования имеют вид

$$\lambda x_j - \frac{1}{2s_j} x_j^2 = \max_{0 \le y_j \le R} [\lambda y_j - \frac{1}{2s_j} y_j^2], \quad j = \overline{1 \div m}. \qquad (3.5)$$

Таким образом, при согласованном управлении координационный центр решает задачу (3.3, 3.5); выполнение условия согласования обеспечивается соответствующим выбором величины λ, которая определяется соотношением

$$\lambda = \frac{R}{\sum_{j=1}^{m} s_j} \qquad (3.6)$$

Подставляя (3.6) в выражение (3.4), получим

$$x_j = \lambda s_j \,. \qquad (3.7)$$

3.3. Предварительный анализ игры

Игровая ситуация возникает из-за того, что каждая транспортная подсистема старается максимизировать свою прибыль, пользуясь тем, что координационный центр не знает достоверно величин r_j , а знает лишь границы $d_j \le r_j \le D_j$, $j = \overline{1 \div m}$, в пределах которых могут изменяться эти величины.

Анализ игры при жестком централизованном управлении (λ = const) показывает, что транспортные подсистемы искажают сообщаемую координационному центру информацию о своих возможностях с целью повышения выигрыша. Транспортные подсистемы не имеют конкретной стратегии игры. Значение целевой функции координационного центра далеко от оптимального (оптимальное значение имеет место, когда $s_j = r_j$).

Анализ игры при согласованном управлении показывает, что при соблюдении условия согласования (3.5) выполняются следующие условия равновесия: $\{s_j\} = \{r_j\}$, $j = \overline{1 \div m}$, т.е. при согласованном управлении обеспечивается оптимальное состояние всей единой транспортной системы, одновременно доставляя гарантированно высокие выигрыши отдельными транспортными подсистемами (так как все транспортные подсистемы сообщают свои достоверные значения $s_j = r_j$, $j = \overline{1 \div m}$).

Таким образом, транспортные подсистемы придерживаются конкретной стратегии игры $s_j^* = r_j$ при гипотезе слабого влияния (под гипотезой слабого влияния принимаются условия, когда транспортные подсистемы не учитывают влияния сообщаемых оценок s_j на величину λ).

3.4. Описание линейной модели игры

Рассмотрим подробно случай линейных зависимостей, когда

$$\varphi_j(x_j, r_j) = r_j x_j, \quad j = 1 \div m, \quad 0 \le x_j \le c_j, \quad j = 1 \div m,$$

где r_j - затраты от перевозки; c_j - максимальное количество груза, которое может перевезти j - я транспортная подсистема за планируемый период или пропускная способность j - й транспортной подсистемы. Целевая функция j - й транспортной подсистемы имеет вид

$$f_j = (\lambda_j - r_j)x_j \to \max. \qquad (3.8)$$

Целевая функция координационного центра имеет следующий вид:

$$\Phi = \sum_{j=1}^{m} r_j x_j \to \min. \qquad (3.9)$$

При сообщении транспортными подсистемами $\{s_j\}$ оценки $\{r_j\}$ координационный центр решает следующую задачу :

$$\sum_{j=1}^{m} s_j x_j \to \min \qquad (3.9a)$$

при ограничении $\sum_{j=1}^{m} x_j = R$.

Условия согласования имеют вид

$$(\lambda_j - s_j)x_j = \max_{0 \le y_j \le c_j} (\lambda_j - s_j)y_j, \quad j = 1 \div m. \qquad (3.10)$$

Пусть s_j упорядочены по возрастанию $(s_1 \le s_2 \le \ldots s_m)$ и q такое , что

$$\sum_{j=1}^{q-1} c_j < R \le \sum_{j=1}^{q} c_j.$$

Тогда решение задачи (3.9) можно записать в явном виде

$$x_j = \begin{cases} c_j, & j = 1 \div (q-1) \\ R = \sum_{1}^{q-1} c_j, & j = q \\ 0, & j = (q-1) \div m \end{cases} \qquad (3.11)$$

При рассмотрении принципа жесткого централизованного управления ($\lambda = \text{const}$) x_j определяется из предыдущего выражения (3.11).

Если рассматривается случай согласованного управления, то

$$\lambda = s_q \qquad (3.12)$$

и x_j также определяется из (3.11).

Для j - й транспортной подсистемы можно определить λ_j по формуле

$$\lambda_j = \lambda + \Delta_j, \ \Delta_j = \lambda_j - \lambda = \lambda_j - s_q, \qquad (3.12a)$$

где Δ_j - величина разности тарифа j - й транспортной подсистемы от единого тарифа λ, вычисляемого для всех транспортных подсистем по формуле (3.12).

Анализ игры при жесткой централизации показывает, что при

$$\lambda_j > r_j \Rightarrow s_j < r_j,$$

$$\lambda_j < r_j \Rightarrow s_j > r_j, \ j = 1 \div m,$$

где $d_j \le r_j \le D_j$.

Таким образом, транспортные подсистемы сообщают недостоверные информации и значение целевой функции координационного центра далеко от оптимального.

Анализ игры при согласованном управлении показывает, что при соблюдении условия согласования выполняются следующие условия равновесия:

$$r_j < \lambda \Rightarrow x_j = c_j,$$

$$r_j > \lambda \Rightarrow x_j = 0, \quad j = 1 \div m.$$

Транспортные подсистемы стараются сообщать истинные оценки $s_j^* = r_j$: обеспечивается оптимальное значение целевой функции координационного центра и одновременно большие выигрыши отдельным транспортным подсистемам.

З а м е ч а н и е 1. Учитывая, что для линейных моделей сходимость к ситуации равновесия нетривиальна, можно применить для случая согласованного управления слабые штрафы. Тогда целевая функция j-й транспортной подсистемы f_j будет иметь вид

$$f_j = (\lambda_j - r_j)x_j - \alpha(r_j - s_j)c_j \rightarrow \max, \qquad (3.8a)$$

где α - коэффициент штрафа за недостоверную информацию, $0 < \alpha < 1$.

Предполагается, что координационный центр после этапа планирования знает величину r_j, $j = 1 \div m$.

Анализ игры при согласованном управлении со штрафом, как было описано раньше, соответствует случаю согласованного управления без штрафов. Транспортные подсистемы сообщают истинные оценки $s_j^* = r_j$, $j=1 \div m$.

З а м е ч а н и е 2. Если гипотеза слабого влияния недостаточно правомерна, т.е. транспортные подсистемы учитывают влияние сообщаемых оценок s_j на величину λ_j, то для устойчивости функционирования систем можно использовать метод нормирования целевых функций транспортных подсистем. Стимулирование транспортных подсистем производится из единого фонда, величина которого M задана (либо зависит от суммарного выигрыша всех транспортных подсистем), т.е. значение целевых функций определяется из следующего выражения:

$$f_j^M(s) = \frac{f_j(s)}{\sum_{k=1}^{m} f_k(s)} M, \quad \text{где} \quad M = \mu \sum_{k=1}^{m} f_k(s)$$

или

$$f_j^M = \frac{\lambda x_j - \frac{1}{2r_j} x_j^2}{\sum_{k=1}^{m} (\lambda x_k - \frac{1}{2r_k} x_k^2)} M \; ; \qquad (3.1а)$$

$$f_j^M = \frac{(\lambda_j - r_j) x_j}{\sum_{k=1}^{m} (\lambda_k - r_k) x_k} M, \quad j = 1 \div m, \qquad (3.8б)$$

где (3.1а) - для нелинейной модели, (3.8б) - для линейной модели.

3.5. Порядок организации и проведения игры

Перед началом игры:

1. Отбираются участники игры, $m = 4 \div 6$ человек или команд.

2. Участники игры предварительно знакомятся с теоретической частью игры. Назначается ведущий, если его нет (он же - координационный центр).

3. Решается вопрос о моделируемом принципе управления (жесткое централизованное управление или согласованное управление) и о модели игры (нелинейная или линейная).

4. Ведущий подготавливает данные для игры и определяет значение величин: R - количество груза, которое надо перевезти; r_j - коэффициент эффективности j - й транспортной подсистемы; c_j - пропускную (провозную) способность j - й транспортной подсистемы; λ - тариф на перевозку; Δ_j -

дополнительный тариф для j-й транспортной подсистемы, для всех транспортных подсистем , которые заносят в табл.3.1 (или 3.1а).

5. Ведущий объясняет участникам смысл и правила игры, порядок сообщения данных (оценок), вид целевых функций, сообщает (закрыто) количественные характеристики коэффициента эффективности - r_j, дополнительного тарифа - Δ_j, провозной способности - c_j каждому j - му участнику (j - й транспортной подсистемы).

Если случай жесткой централизации, то сообщается и значение тарифа - λ.

6. Участники изучают характеристики своих транспортных подсистем, заносят данные в табл.3.2 (или в табл.3.2а линейной модели) и намечают стратегию игры.

7. Для оперативного проведения игры можно рекомендовать назначение всем командам одинаковых значений r_j - коэффициента эффективности и λ - тарифа за перевозку или заранее можно составить таблицу вычисления выигрышей команд (например, при нелинейной модели для случая $r = 5$ для всех транспортных подсистем дана табл.3.3).

Проведение игры:

1. Все участники сообщают (закрыто) свои оценки s_j (оценку коэффициента эффективности - r_j) ведущему, где s_j находится в пределах $d_j \le s_j \le D_j$, d_j и D_j - соответственно нижние и верхние границы значения s_j, $j = 1 \div m$.

2. Ведущий решает задачу оптимальной перевозки, т.е. вычисление величин x_j - количество перевозимого груза j - й транспортной подсистемы по выражению (3.4) (или (3.11) - при линейной модели) и λ (значение тарифа за перевозку) по выражению (3.6) (или 3.12, 3.12а), если рассматривается принцип согласованного управления

3. Ведущий заполняет табл. 3.1 и сообщает каждому участнику значения x_j - количество перевозимого груза и λ - величину тарифа.

4. Подсчет участниками игры своих целевых функций по выражению (3.1) или (3.8). Если нормирование, то по (3.1а) или (3.8б) , если согласованное управление со штрафом, то по (3.8а). Ведущим - величину потерь в системе по (3.2) или (3.9). Все данные заносятся в табл.3.1(3.1а) и 3.2(3.2а).

5. Анализ результатов одной партии игры и повторение п.п. $1 \div 4$ до окончания проводимого тура игры .

После окончания тура игры:

1. Участники строят графики зависимостей целевых функций и сообщаемых оценок от периодов тура игры.

2. Проводится коллективный анализ результатов всех участников игры, обсуждаются стратегии отдельных участников.

3. Ведущий подводит итоги прошедшего тура игры и объявляет результаты, выявляющие преимущества одной структуры игры над другой.

Таблица 3.1 (Ведущему)

r_j	5	5	5	5	5		$1 \le s_j \le 10$					R = 125
№	Оценка s_j коэффициента эффективности					Тариф λ	x_j - количество перевозимого груза					Целевая функция координ центра
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	Ф
1	5	5	5	6	5	3	24,4	24,4	24,4	29,28	24,4	328
2	6	5	5	4	5	3	30	25	25	20	25	317
3	7	4	4	4	5	3	36,4	20,8	20,8	20,8	26	340
4	4	3	3	5	5	3	25	18,75	18,75	31,25	31,25	323
5	3	2	3	3	5	3	23,4	15,6	23,4	23,4	39,0	340
6	5	5	5	4	5	5	26	26	26	20,8	26	313
7	5	5	5	5	5	5	25	25	25	25	25	312,5
8	5	5	5	5	5	5	25	25	25	25	25	312,5
9	5	5	5	5	5	5	25	25	25	25	25	312,5

Примечание. Партии с 1 по 5 игрались при жесткой централизации с $\lambda - 3 = \text{const}$, с 6 по 9 при согласованном управлении

Таблица 3.1а (Ведущему)

$r_j \Rightarrow$	8	5	6	7	$c_j \Rightarrow$	25	20	30	25	R =70
№	$1 \le s_j \le 10$				λ	$0 \le x_j \le c_j$				Ф
	1	2	3	4		1	2	3	4	
1	1	5	6	5	10	25	20	0	25	475
2	1	5	6	7	10	25	20	25	0	450
3	1	5	6	1	10	25	20	0	25	475
4	1	5	6	1	10	25	20	0	25	475
5	1	5	6	1	10	25	20	0	25	475
6	5	5	6	6	6	25	20	13	12	462
7	6	5	6	8	6	25	20	25	0	450
8	6	5	6	7	6	25	20	25	0	450
9	10	5	6	2	6	0	20	25	25	425
10	9	5	6	7	7	0	20	30	20	420
11	9	5	6	7	7	0	20	30	20	420
12	9	5	6	7	7	0	20	3	20	420
13	6	5	6	7	6	25	20	25	0	450
14	8	5	6	7	7	0	20	30	20	420
15	8	5	6	7	7	0	20	30	20	420

Примечание. Партии с 1 по 5 игрались при жесткой централизации $\lambda = 10 = \text{const}$, с 6 по 12 при согласованном управлении и с 12 по 15 при согласованном управлении со штрафом $\Delta_j = 0{,}5$

Таблица 3.2 (Участнику)

r_j=5 коэффициент эффективности			Команда № j		
№ партии	$f_j = \lambda x_j - \frac{1}{2r_j} x_j^2$				
	1	2	3	4	5
1	14,6	14,6	14,6	0	14,6
2	0	12,5	12,5	20	12,5
3	-21	18,8	19,2	18	10,4
4	12,5	23,33	21,1	-3	0
5	15	15	15,4	16	-40
6	63	64	62,4	61	63
7	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
8	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
9	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5

Таблица 3.2а (Участнику)

№ партии	$f_j = (\lambda - r_j)x_j \rightarrow \max, \Delta_j = 0{,}5,$ $1 \le s_j \le 10$			
	1	2	3	4
1	50	100	0	75
2	50	100	100	0
3	50	100	0	75
4	50	100	0	75
5	50	100	0	25
6	-50	20	0	12
7	-50	20	0	0
8	-50	20	0	0
9	0	20	0	-25
10	0	40	30	0
11	0	40	30	0
12	0	40	30	0
13	-25	20	30	0
14	0	20	30	20
15	0	20	30	20

Примечание. Партии с 1 по 5 игрались при жесткой централизации с λ=10=const, с 6 по 12 при согласованном управлении и с 12 по 15 согласованное управление со штрафом при $\Delta_j = 0{,}5$

Таблица 3.3

План x_j	f_j	План x_j	f_j
1	λ -0,1	19	19λ -36,1
2	2λ -0,4	20	20λ -40
3	3λ -0,9	21	21λ 44,1
4	4λ -1,6	22	22λ -48,4
5	5λ -2,5	23	23λ -52,9
6	6λ -3,6	24	24λ -57,6
7	7λ -4,9	25	25λ -62,5
8	8λ -6,4	26	26λ -67,6
9	9λ -8,1	27	27λ -72,9
10	10λ -10	28	28λ -78,4
11	11λ -12,1	29	29λ -84,1
12	12λ -14,4	30	30λ -90
13	13λ -16,9	31	31λ -96,1
14	14λ - 19,6	32	32λ -102,4
15	15λ -22,5	33	33λ -108,9
16	16λ -25,6	34	34λ -115,6
17	17λ -28,9	35	35λ -122,5
18	18λ -32,4	36	36λ -129,6

3.6. Обсуждение результатов игры

Для случая нелинейной модели числовые данные игры представлены в таблицах 3.1 и 3.2, а графические зависимости s_j, f_j, Φ от периодов игры t - на рис.3.2÷3.4. При $\lambda=3 < r_j = 5$ игрокам выгоднее сообщать $s_j < r_j$, чтобы не получать слишком большие невыгодные планы $\{x_j\}$.Пятый игрок, придерживаясь достоверной информации $s_5 = r_5$, получает невыгодные большие планы x_j и находится в проигрышном состоянии, $f_5 = -40$ при $t = 5$. На третьем этапе игры первый игрок тоже находится в проигрыше, так как сообщая $s_1 = 7 > r_1$, получает невыгодно большой план $x_1 = 36{,}4$ и $f_1 = -21$. В целом, как и предполагалось из предварительного анализа, игроки при жесткой централизации (периоды с 1 по 5) искажали сообщаемую информацию, т.е. $s_j \neq r_j$.

Для принципа согласованного управления теоретические результаты подтверждаются экспериментальными данными, игроки сообщают достоверные информации $s_j = r_j$, начиная с 6 периода игры, что доказывает и правомерность гипотезы слабого влияния.

Для линейной модели игры числовые данные представлены в табл.3.1а и табл.3.2а, а графические зависимости представлены на рис.3.5÷3.7. Учитывая медленную сходимость линейных моделей, для случая согласованного управления предусмотрели слабый штраф с коэффициентом $\Lambda_j = 0{,}5$.

При жесткой централизации, где партии с 1 по 5 $\lambda=10 > r_j$,большинство игроков, стараясь получить выгодные планы, снижают свои оценки затрат s_j до минимума, не считаясь со своими реальными данными возможностями. Некоторые игроки упрямо придерживаются одной и той же стратегии, не

учитывая влияния стратегий других игроков на общий результат игры и на их выигрыш. (Например, поведение третьего игрока).

При согласованном управлении с 6 по 12 партии игры , где λ=var, заметна слабая сходимость линейной модели. Слабая подготовленность первого игрока и "любознательность" четвертого игрока (на 8 и 9 периоде) приводят их к проигрышу. Достоверность информации при согласованном управлении хорошо заметна с применением слабых штрафов $\Delta_j = 0{,}5$ на периодах с 12 по 15, где $s_j = r_j$ для всех игроков.

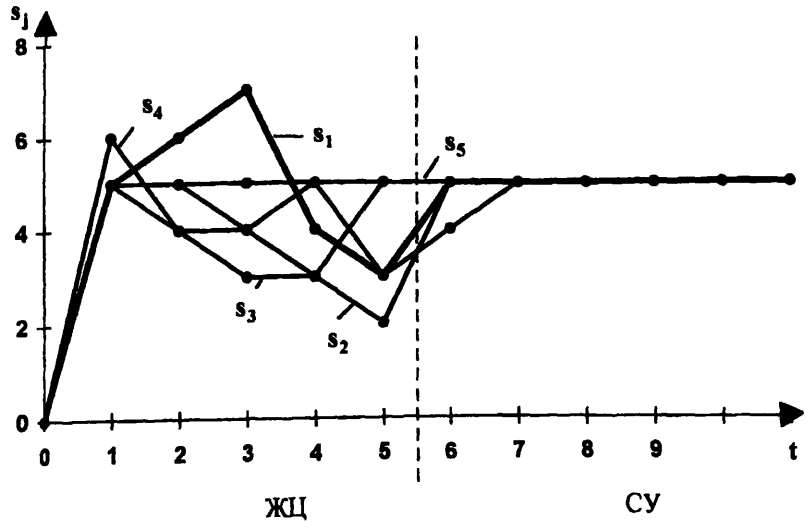

sj
8
6
4
2
0
s4
s1
s5
s3
s2
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
t
ЖЦ
СУ

Рис.3.2

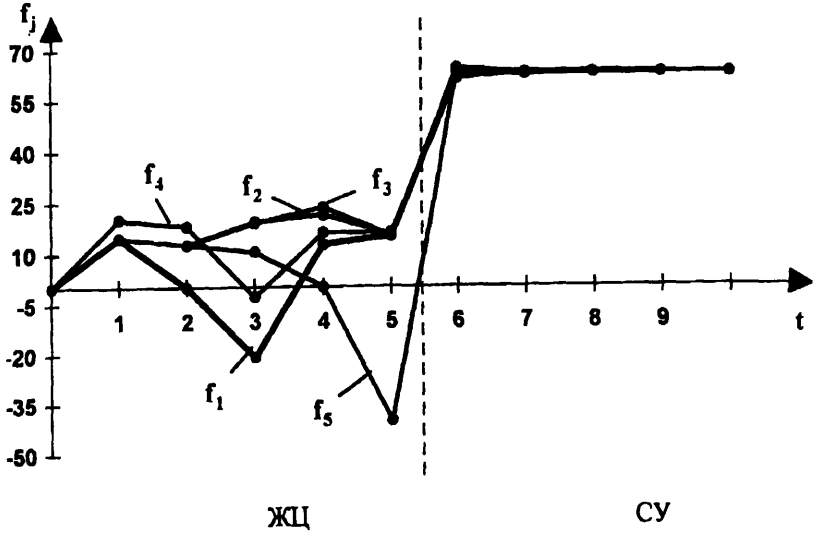

fj
70
55
40
25
10
-5
-20
-35
-50
f4
f2
f3
f1
f5
1
2
3
4
5
6
7
8
9
t
ЖЦ
СУ

Рис.3.3

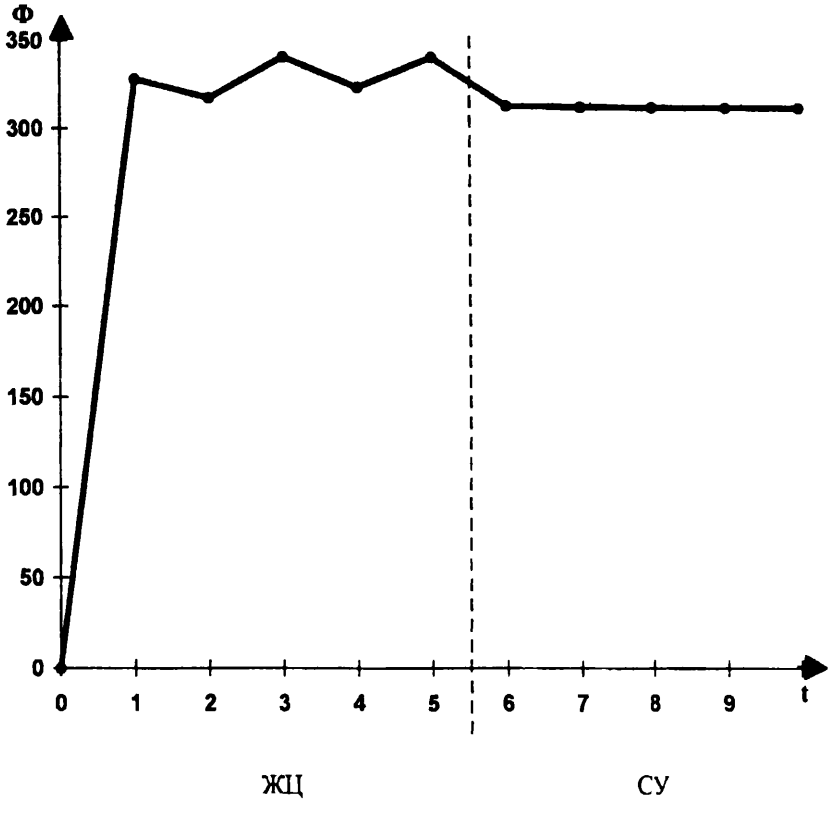


Рис.3.4

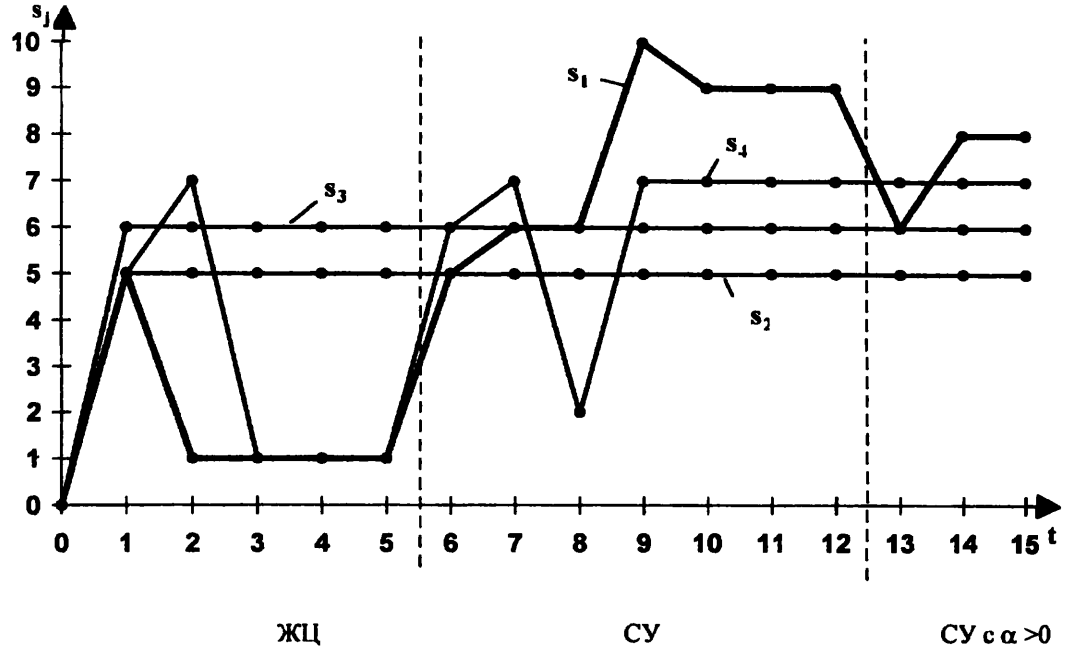

s_j
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
s_1
s_4
s_3
s_2
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 t
ЖЦ
СУ
СУ с α >0

Рис.3.5

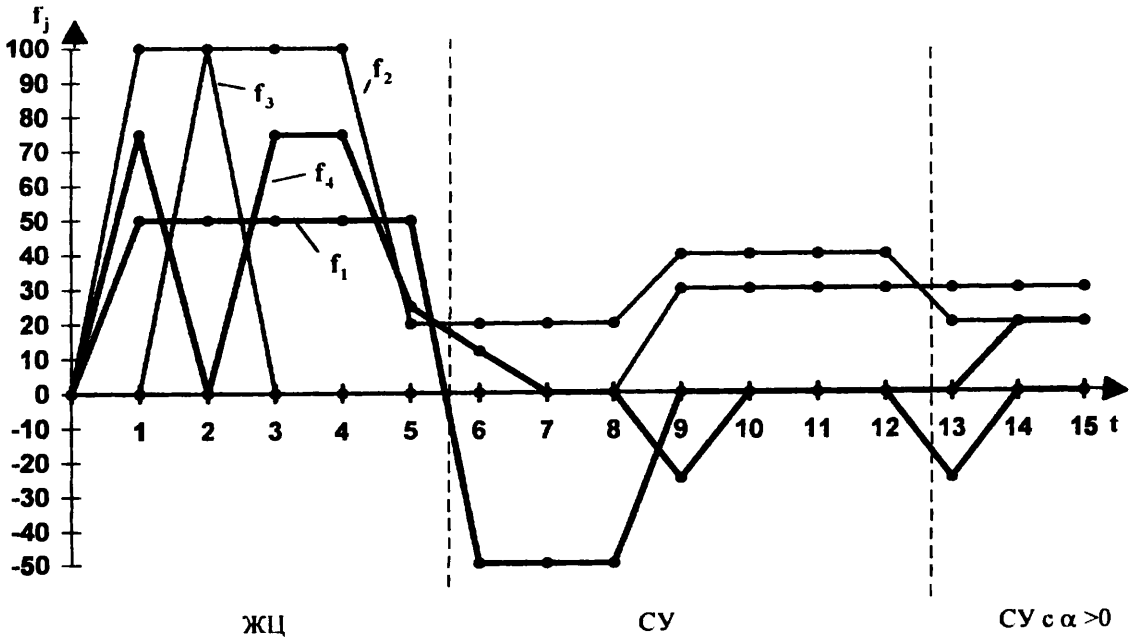

fj
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
t
f2
f3
f4
f1
ЖЦ
СУ
СУ с α >0

Рис 3.6


Ф
480
470
460
450
440
430
420
410
400
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 t
ЖЦ
СУ
СУ с α >0

Рис.3.7

4. ДЕЛОВАЯ ИГРА "РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУЗОПОТОКОВ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ"

4.1. Содержательное описание игры

Рассмотрим **n** видов транспортных подсистем, которые перевозят грузы (сырье) из пункта **A** в **m** потребителям, имеющим потребности сырья в количестве $b_j (j = 1 \div m)$ (рис.4.1). Каждая транспортная подсистема имеет

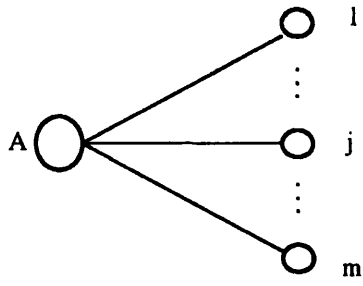


Рис.4.1

пропускную (провозную) способность, равную a_i $(i = 1 \div n)$. Функционирование системы происходит следующим образом.

Сначала каждая транспортная подсистема, имеющая целевую функцию вида

$$f_i = \sum_{j=1}^{m} (u_j - c_{ij}) x_{ij} \rightarrow \max , \qquad (4.1)$$

сообщает в координационный центр s_{ij} оценку своих потерь c_{ij}, от перевозки груза в количестве x_{ij} от **A** до **j** -го потребителя, u_j - тариф за перевозку единицы груза от **A** до **j** -го потребителя. Целевая функция координационного центра определяется формулой

$$\Phi = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} c_{ij}x_{ij} \to \min. \qquad (4.2)$$

На этапе планирования перевозок координационный центр минимизирует суммарные потери от перевозок в форме следующей задачи:

$$\Phi = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} s_{ij}x_{ij} \to \min \qquad (4.2a)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = b_j, \quad j = 1 \div m; \qquad (4.3)$$

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} \le a_i, \quad i = 1 \div n. \qquad (4.4)$$

Предполагаем, что координационный центр знает лишь границы изменения величин c_{ij}, т.е. $d_{ij} \le s_{ij} \le D_{ij}$, $i = 1 \div n$, $j = 1 \div m$.

Для решения задачи (4.2а ÷ 4.4) выпишем двойственную к ней задачу с двойственными переменными γ_j и $\lambda_i \ge 0$:

$$\sum_{j=1}^{m} \gamma_j b_j - \sum_{i=1}^{n} \lambda_i a_i \to \max; \qquad (4.5)$$

$$\gamma_j - \lambda_i \le s_{ij}, \quad i = 1 \div n, \quad j = 1 \div \overline{m}, \qquad (4.6)$$

откуда $\lambda_i = \max(0, \gamma_j - s_{ij})$.

Так как каждая транспортная подсистема стремится максимально использовать свою пропускную способность, то ее целевую функцию можно определить в следующей форме:

$$\lambda_i a_i = \sum_{j=1}^{m} (\gamma_j - s_{ij})x_{ij} \to \max.$$

Если рассматривается вариант жесткой централизации, то координационный центр, решив задачу (4.2а ÷ 4.4), сообщает транспортной подсистеме значение x_{ij}, а значение $u_j = \text{const}$.

Если же рассматривается вариант согласованного управления, то к задачам (4.2а÷4.4), добавляются условия совершенного согласования следующего вида:

$$(u_j - s_{ij})x_{ij} = \max_l (u_l - s_{il})x_{il}, \quad l = \overline{1 \div m}. \qquad (4.7)$$

Координационный центр, решив задачу (4.2а ÷ 4.4, 4.7), сообщает каждой транспортной подсистеме x_{ij} и значение $u_j = \gamma_j$, $j = \overline{1 \div m}$, которое определяется из решения задачи (4.5 ÷ 4.6).

На этапе реализации вычисляются значения функции (4.1) и (4.2). Анализируются результаты функционирования каждого вида транспорта и координационного центра в целом.

Задача решается известными алгоритмами для транспортных задач.

Если перевозка производится из нескольких пунктов A, где $i = \overline{1 \div n}$, решение задачи происходит аналогично.

З а м е ч а н и е.

а) Если рассматриваем согласованное управление со штрафом, тогда целевая функция i -й транспортной подсистемы имеет вид

$$f_i = \sum_{j=1}^{m} (u_{ij} - c_{ij})x_{ij} - \alpha / s_{ij} - c_{ij} / a_i \to \max, \qquad (4.1а)$$

где α - коэффициент штрафа за недостоверную информацию, $0 < \alpha < 1$.

б) При нормировании целевых функций

$$f_i^M = \frac{\sum_{j=1}^{m} (u_{ij} - c_{ij})x_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} (u_{ij} - c_{ij})x_{ij}} M, \qquad (4.1б)$$

$$M = \mu \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} (u_{ij} - c_{ij})x_{ij}.$$

Предварительный анализ игры для случая жесткого централизованного управления показывает, что каждый вид транспорта, стараясь максимизировать

только свою целевую функцию, искажает величину себестоимости перевозок c_{ij}, сообщая $s_{ij} \neq c_{ij}$, что приводит к неустойчивости стратегии игры для каждого вида транспорта и проигрышу координационному центру в целом.

Анализ для согласованного управления приводит к сообщению достоверной информации $\forall\ i, j : s_{ij} = c_{ij}$, благодаря согласованию интересов каждого вида транспорта с целью координационного центра, т.е. ситуацией равновесия игры является $\left\{s_{ij}^{*}\right\} = \left\{c_{ij}\right\}$. И каждый вид транспорта при гипотезе слабого влияния придерживается стратегии, равной $s_{ij}^{*} = c_{ij}$, $i = 1 \div n$, $j = 1 \div m$.

4.2. Организация и проведение игры

Перед началом игры:

1. Отбираются участники игры, $m = 4 \div 6$ человек или команд.

2. Участники игры предварительно знакомятся с теоретической частью игры. Назначается ведущий, если его нет (он же - координационный центр).

3. Решается вопрос о моделируемом принципе управления (жесткое централизованное управление или согласованное управление). Ведущий подготавливает данные для игры и определяет значения величин b_j - количества потребляемого груза для j -го пункта, a_i - провозной способности i - й транспортной подсистемы от перевозки груза в j -й пункт потребления, u_j -тарифа за перевозку груза в j -й пункт потребления, $j = 1 \div m$, $i = 1 \div n$, которые заносит в табл.4.1.,табл.4.3.

4. Ведущий объясняет участникам смысл и механизм игры, порядок подачи оценок, вид целевых функций, сообщает (закрыто) количественные

характеристики (c_{ij} - потери и u_j - тарифа, если жесткое централизованнос управление) каждой транспортной подсистеме.

5. Участники изучают характеристики своих транспортных подсистем, намечают стратегию игры и вводят данные по $\{b_j\}$ и $\{s_{ij}\}$ в табл.4.2., табл.4.4 для каждой партии игры.

Проведение игры:

1. Все участники сообщают (закрыто) для каждой партии игры свои оценки s_{ij} (оценку потерь от перевозки c_{ij}) ведущему, где $d_{ij} \le s_{ij} \le D_{ij}$, $i = 1 \div n$, $j = 1 \div m$, d_{ij}, D_{ij} - нижние и верхние границы изменения величины s_{ij}.

2. Ведущий заполняет табл.4.1, табл.4.3 и решает задачу (4.2÷4.4), определяет количество перевозимого груза x_{ij}, если рассматривается согласованное управление, то тариф $u_j = \gamma_j$ $(j = 1 \div m)$ вычисляется из решения задачи (4.5 и 4.6).

3. Ведущий сообщает каждому участнику количество перевозимого груза x_{ij} (тариф u_j при согласованном управлении) и заполняет табл.4.2, табл.4.4 для данной партии игры.

4. Подсчет участниками своих целевых функций по выражению (4.1) или (4.1а), (4.1б) и ведущим - величину потерь в системе по (4.2); все данные заносятся в табл.4.2 и табл.4.4.

5. Анализ результатов одной партии игры и повторение п.п.1÷4 до окончания проведенного тура игры .

После окончания тура игры:

1. Участники строят графики зависимостей целевых функций и сообщаемых оценок от периодов тура игры.

2. Проводится коллективный анализ результатов всех участников игры, обсуждаются стратегии отдельных участников.

3. Ведущий подводит итоги прошедшего тура игры и объявляет результаты, выявляющие преимущества одной структуры игры над другой.

4. При необходимости игра проводится с теми же или измененными условиями.

Таблица 4.1(Ведущему)

$\sum_{i=1}^{n} a_i = \sum_{j=1}^{m} b_j$. $1 \le s_{ij} \le 10$, $u_{ij} = 15$. $i = 1 \div n$, $j = 1 \div m$				
$b_j(1)^*$	150	150	150	150
$b_j(2)$	150	150	150	150
$b_j(3)$	150	150	150	150
$b_j(4)$	200	100	200	100
$b_j(5)$	200	200	100	100
$b_j(6)$	300	100	100	100
$b_j(7)$	300	100	100	100
$b_j(8)$	300	200	50	50
$b_j(9)$	500	50	25	25
$b_j(10)$	300	280	10	10
$b_j(11)$	570	10	10	10
$b_j(12)$ / a_i	600	0	0	0
150	2 c_{11}	3 c_{12}	6 c_{13}	4 c_{14}
150	2 c_{21}	3 c_{22}	6 c_{23}	4 c_{24}
150	2 c_{31}	3 c_{32}	6 c_{33}	4 c_{34}
150	2 c_{41}	3 c_{42}	6 c_{43}	4 c_{44}

*- $b_j(t)$- потребность j-го потребителя в t-й период игры, т.е. для каждого периода t свои числовые данные $b_j(t)$

Таблица 4.2

N	s_{ij}				b_j				x_{ij}				f_i	Ф
	1	1	9	9					0	150	0	0	1800	
	1	5	9	8					150	0	0	0	1950	
1	3	4	8	7	150	150	150	150	0	0	0	150	1650	2250
	1	1	7	7					0	0	150	0	1350	
	1	1	9	8					150	0	0	0	1950	
	1	3	9	8					0	0	0	150	1650	
2	2	2	9	9	150	150	150	150	0	0	150	0	1350	2250
	2	1	9	9					0	150	0	0	1800	
	1	1	9	8					150	0	0	0	1950	
	1	1	9	8					0	150	0	0	1800	
3	1	1	9	8	150	150	150	150	0	0	150	0	1350	2250
	1	1	9	8					0	0	0	150	1650	
	1	1	9	8					150	0	0	0	1950	
	1	1	9	8					50	100	0	0	1850	
4	1	1	9	8	200	100	200	100	0	0	150	0	1350	2300
	1	1	9	8					0	0	50	100	1350	
	1	1	9	8					150	0	0	0	1950	
	1	1	9	8					50	100	0	0	1850	
5	1	1	9	8	200	200	100	100	0	100	50	0	1650	2000
	1	1	9	8					0	0	50	100	1550	
	1	1	9	8					150				1950	
	1	1	9	8					150	100	50		1950	
6	1	1	9	8	300	100	100	100			50	100	1650	1900
	1	1	9	8									1550	
	5	3	9	8					0	0	100	50	1450	
	1	1	9	8					150	0	0	0	1950	
7	1	1	9	8	300	200	100	100	150	0	0	0	1950	1900
	1	1	9	8					0	100	0	50	1950	
	1	1	9	9					150	0	0	0	1950	
	1	1	9	9					150	0	0	0	1950	
8	1	1	9	9	300	200	50	50	0	150	0	0	1800	1700
	1	1	9	9					0	50	50	50	1600	
	1	1	9	9					150	0	0	0	1950	
	1	1	9	9					150	0	0	0	1950	
9	1	1	9	9	500	50	25	25	150	0	0	0	1950	1400
	1	1	9	9					50	50	25	25	1750	
	1	1	9	9					150	0	0	0	1950	
	1	1	9	9					150	0	0	0	1950	
10	1	1	9	9	300	280	10	10	0	150	0	0	1800	1540
	1	1	9	9					0	130	10	10	1760	
	1	1	9	9					150				1950	
	1	1	9	9					150				1950	
11	1	1	9	9	570	10	10	10	150				1950	1270
	1	1	9	9					120	10	10	10	1880	
	1	1	9	9					150				1950	
	1	1	9	9					150				1950	
12	1	1	9	9	600	0	0	0	150				1950	1200
	1	1	9	9					150				1950	

Таблица 4.3 (Ведущему)

$b_j(1)$	200	200	100	100
$b_j(2)$	200	200	100	100
$b_j(3)$	200	200	100	100
$b_j(4)$	200	200	100	100
$b_j(5)$	500	80	10	10
$b_j(6)$	500	10	10	10
$b_j(7)$	500	80	10	10
$b_j(8)$	570	10	10	10
$b_j(9)$	570	10	10	10
$b_j(10)$	570	10	10	10
$b_j(11)$	570	10	10	10
$b_j(12)$ / a_i	600	0	0	0
150	2 c_{11}	3 c_{12}	6 c_{13}	4 c_{14}
150	2 c_{21}	3 c_{22}	6 c_{23}	4 c_{24}
150	2 c_{31}	3 c_{32}	6 c_{33}	4 c_{34}
150	2 c_{41}	3 c_{42}	6 c_{43}	4 c_{44}

Таблица 4.4

N	s_{ij}				b_j				x_{ij}				u_{ij}				f_{ij}	Ф
	6	5	7	2					50			100					0	
1	5	4	5	3	200	200	100	100		150			6	5	5	2	300	2000
	8	4	4	5						50	100						0	
	3	3	3	2					150								600	
	3	8	9	5					150								150	
2	2	7	8	6					50	50	50		3	8	9	4	450	2000
	3	6	6	1	200	200	100	100			50	100					150	
	2	4	5	3						150							750	
	2	3	6	3					50			100					100	
3	1	4	6	4	200	200	100	100	150				2	3	5	3	0	2000
	2	2	5	4						150							0	
	2	3	5	4						50	100						100	
	2	8	9	6					150								0	
4	2	9	8	7	200	200	100	100	50		100		2	4	8	4	200	2000
	1	3	7	3						50		100					50	
	2	3	8	8						150							150	
	2	8	9	6					150								0	
5	2	9	8	7	500	80	10	10	150				2	3	8	4	0	1340
	1	3	7	3					140			10					0	
	2	3	8	8					60	80	10	0					20	
	3	6	8	4					140			10					140	
6	2	5	7	5	500	80	10	10	150				3	4	5	4	150	1320
	3	4	5	6					60	80	10	10					130	
	2	4	6	4					150								150	
	2	3	6	4					150								0	
7	2	3	6	4	500	80	10	10	150				2	3	6	4	0	1300
	2	3	6	4					150								0	
	2	3	6	4					150	80	10						0	
	2	3	6	4					150								0	
8	2	3	6	4	570	10	10	10	150				2	3	6	4	0	1250
	2	3	6	4					150								0	
	2	3	6	4					120	10	10	10					0	
	3	4	7	5					140	10							150	
9	2	5	7	4	570	10	10	10	150				3	4	6	4	150	1230
	2	3	5	3					150								150	
	2	4	5	3					130		10	10					130	
	3	8	9	5					150								150	
10	2	7	8	6	570	10	10	10	150				3	5	6	1	150	1220
	3	6	6	1					130		10	10					100	
	2	4	5	3					140	10							160	
	2	6	9	4					150								0	
11	2	5	6	3	570	10	10	10	150				2	4	5	3	0	1190
	2	4	5	3					150								0	
	2	4	5	3					120	10	10	10					-10	
	2	6	9	4					150								0	
12	2	5	6	3	600	0	0	0	150				2	4	5	3	0	1180
	2	4	5	3					150								0	
	2	4	5	3					150								0	

4.3. Обсуждение результатов игры

Исходные данные для случая жесткой централизации представлены в табл. 4.1÷4.4, а графические зависимости s_{ij}, f_{ij},Ф - на рис. 4.2 ÷ 4.5. Из табл.4.1 видно, что для всех транспортных организаций выгодными направлениями перевозки грузов являются первое и второе направления, где реальные затраты на перевозки $\forall i: c_{i1} = 2$ и $c_{i2} = 3$, i=1÷4. Отсюда и занижение информаций оценок c_{ij} до минимального процесса, т.е. $\forall i, t: c_{i1} = c_{i2} = d_{ij} = 1, i = 1 \div 4, t = 1 \div 12$. "Любознательный" шаг первого игрока на 7 периоде игры (повышение оценок $s_{11} = 5, s_{12} = 3$) приводит к соответствующему смещению значений его целевой функции на 7 периоде игры до $f_1(7) = 1450$.

Изменения значений потребителей b_j от периода к периоду игры не влияют на сообщаемые стратегии игроков, они отражаются лишь на значениях плана перевозок x_{ij} и на целевых функциях транспортных подсистем.

Таким образом, еще раз убеждаемся, что при жесткой централизации игроки сообщают недостоверные информации, учитывая только свои интересы.

Для согласованного управления с учетом линейного характера модели игры достоверность сообщаемых оценок s_{ij} приближена к реальным значениям А после 10 периода игры по выгодным направлениям перевозок достоверность информации однозначная, т.е. $s_{ij} = c_{ij}$ для большинства игроков и направлений.

На рис 4.5 представлена графическая зависимость значений тарифа u_{ij} от периода игры, которая вычисляется из общего решения задачи игры на каждом этапе игры.

Большие значения целевых функций игроков при жесткой централизации объясняются тем, что было принято большое значение тарифа за перевозку $\forall j, t: u_{ij} = 15$. Для случая согласованного управления тариф u_{ij} вычисляется в ходе решения задачи игры и значения их находятся в пределах от 1 до 9, отсюда и малые значения целевых функций игроков.

Изменения значений потребителей b_j от периода к периоду в данном случае не влияют на достоверность сообщаемых оценок s_{ij}, а влияют лишь на значения плана перевозок x_{ij} и целевые функции транспортных подсистем. Резкое снижение значений целевой функций координационного центра после 4 периода игры объясняется тем, что игроки начинают понимать стратегию игры и достигают определенной ситуации после (4-5) этапов игры.

В приложении 4 дан выведенный на дисплей ЭВМ результат игры за определенный период при случае согласованного управления.

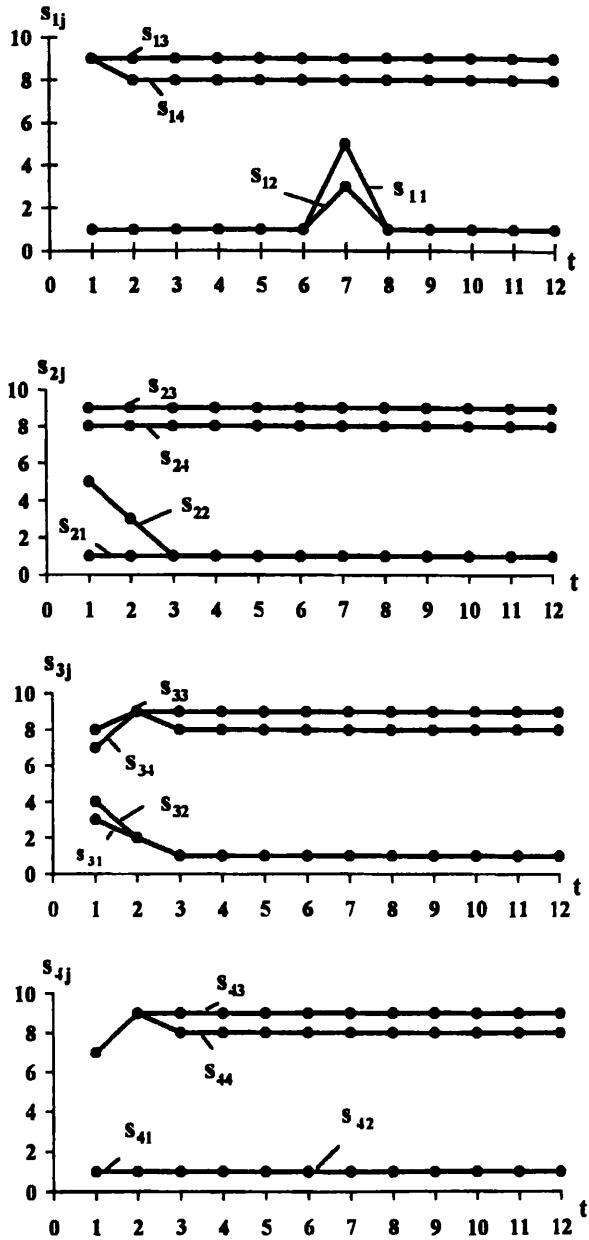
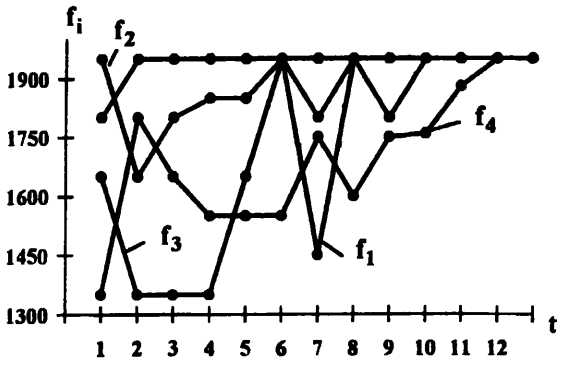

s1j
s13
s14
s12
s11
t
s2j
s23
s24
s22
s21
t
s3j
s33
s34
s32
s31
t
s4j
s43
s44
s41
s42
t

Рис.4.2


fi
f2
1900
1750
1600
1450
1300
f4
f3
f1
t
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12


Ф
2300
2100
1900
1700
1500
1300
1100
t
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Рис.4.3

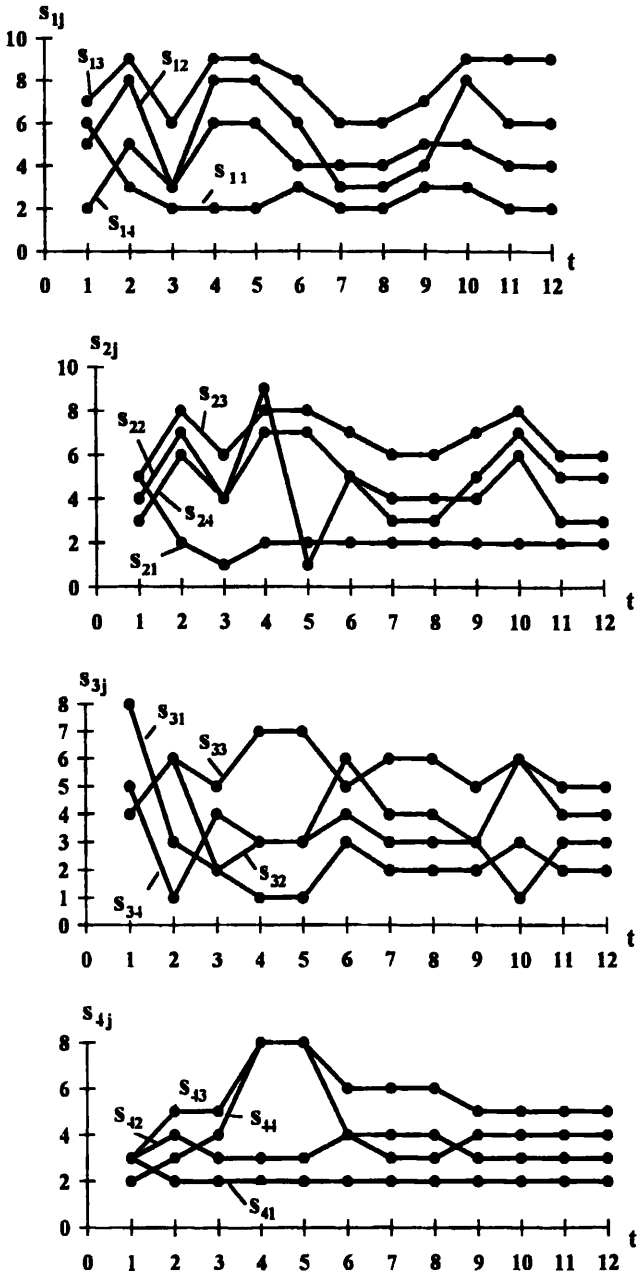

s1j
10
8
6
4
2
0
s13
s12
s11
s14
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
t
s2j
10
8
6
4
2
0
s23
s22
s24
s21
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
t
s3j
8
7
6
5
4
3
2
1
0
s31
s33
s32
s34
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
t
s4j
8
6
4
2
0
s43
s42
s44
s41
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
t

Рис.4.4

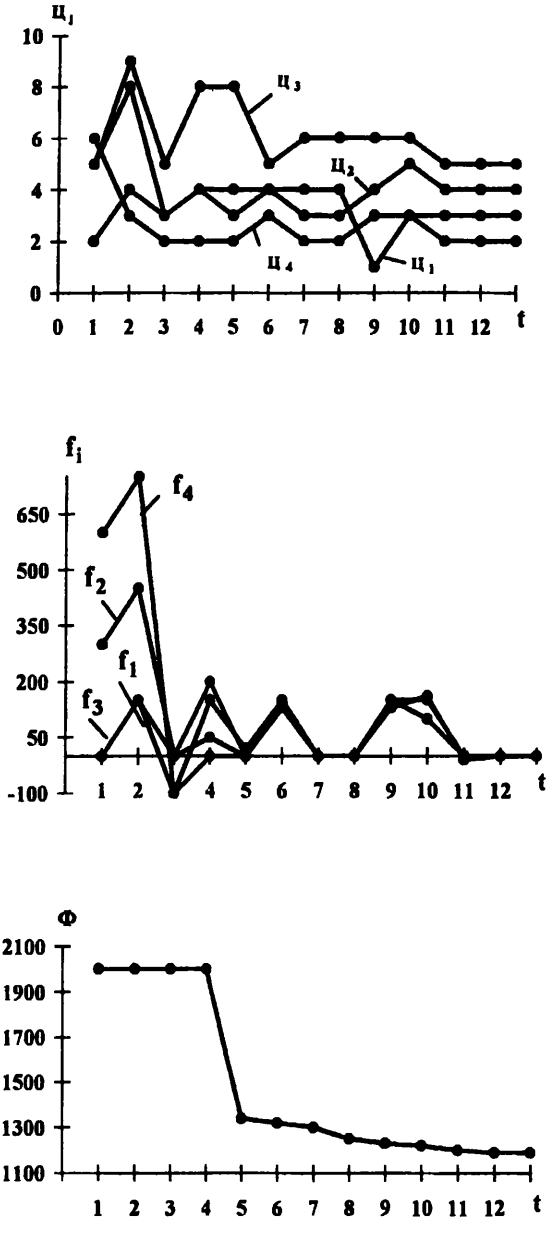

ц_i
10
8
6
4
2
0
ц_3
ц_2
ц_4
ц_1
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 t
f_i
650
500
350
200
50
-100
f_4
f_2
f_1
f_3
1 2 4 5 6 7 8 9 10 11 12 t
Ф
2100
1900
1700
1500
1300
1100
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 t

Рис.4.5

5. ДЕЛОВАЯ ИГРА "РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ" В РЕЖИМЕ "АВТОМАТОВ"

5.1. Стратегии "автоматов"

При малом числе людей или ограниченном времени, а также в случае экспериментальной проверки теоретических результатов целесообразно проведение игры в режиме "автомат", когда вместо некоторых или всех участников играет ЭВМ. В режиме "автомат" можно проводить игру в любом варианте. ЭВМ (автомат) может играть за любое количество игроков.

Представляет научный интерес сравнение стратегий людей со стратегиями "автоматов" [23÷25,28].

Стратегии "автоматов" определены следующим образом. Стратегией "автоматов" в каждой партии является либо увеличение оценки предыдущей партии на определенный шаг, либо её уменьшение, либо оценка остается прежней.

При этом, если изменение оценки в предыдущей партии привело к увеличению выигрыша или сокращению проигрыша, то в данной партии оценка изменяется в ту же сторону (увеличивается, если в предыдущей партии она увеличивалась, уменьшается - если уменьшалась) и остается прежней, если в предыдущей партии не изменялась. Если же выигрыш уменьшился, то оценка меняется в противоположную сторону по сравнению с изменением в предыдущей партии (увеличивается, если в предыдущей партии уменьшалась, уменьшается - если увеличивалась, и, наконец, если оценка в предыдущей партии не менялась, то делается пробное изменение в сторону увеличения оценки). Если в обоих направлениях проигрышные стратегии, то "автомат" придерживается исходной стратегии.

Если с ЭВМ играют люди, то стратегия "автомата" зависит и от стратегий людей. Но правила выбора стратегии "автоматом", приведенные выше, остаются в силе.

Самой простой на наш взгляд выглядит итерационная процедура вида

$$s_i^{k+1} = s_i^k \pm \gamma_i^k, \quad \gamma_i^k \geq 0, \tag{5.1}$$

где s_i^k - стратегия i -го игрока на k -м шаге, γ_i^k - величина шага.

Автомат выбирает стратегию на $k+1$ шага и подсчитывает на этом шаге свой выигрыш со значением целевой функции на k -м шаге. Если значение более выигрышное, то автомат делает шаг в этом направлении, если нет, то в обратном направлении и т.д.

Рассмотрим теперь индикаторное поведение автоматов, основанных на более сложных принципах [18].

Пусть система состоит из n взаимосвязанных элементов $A_i (i = 1 \div n)$. Элемент A_i распоряжается выбором величины $s_i \in [d_i, D_i]$.

Для каждого A_i при любом случае и допустимом s_i существует единственная точка $s_i^* = f(s) \in [d_i, D_i]$, которую будем называть положением цели i -го элемента.

Время функционирования системы разбито на периоды с номерами $k = 0, 1, 2, \ldots$. Гипотеза о поведении элементов состоит в следующем (аксиома индикаторного поведения): каждый элемент A_i с течением времени изменяет значение собственной переменной в направлении к текущему положению цели s_i^*, т.е. движется по направлению к поверхности $s_i^* = f_i(s)$. В дискретном случае подобная тактика поведения может быть описана итерационной процедурой

$$\forall\, i,\ k:\ s_i^{k+1} = s_i^k + \gamma_i^k\left[s_i^* - s_i^k\right],\quad \gamma_i^k \in [0,1]\ , \qquad (5.2)$$

где s_i^k - точка на сегменте $[d_i, D_i]$, которую элемент A_i выбирает в k - м периоде.

Конкретное значение γ_i^k, определяющее величину шага $\Delta s_i^k = s_i^{k+1} - s_i^k$, может зависеть от времени, текущего состояния и некоторых других факторов, внешних по отношению к модели. Ограничение $\gamma_i^k \le 1$ означает, что в системе отсутствует " перерегулирование " т.е. каждый A_i делает шаг не больший, чем расстояние (по направлению s_i) от s_i^k до поверхности $s_i^* = f_i(s)$.

Рассмотрение игровых моделей приводит к мысли видоизменить модель в несколько ином направлении. Как правило, в реальных ситуациях функции выигрыша f_i элемента неизвестны. Элемент A_i располагает лишь локальной информацией о собственной функции выигрыша, зная поведение $f_i(s)$ в некоторой малой окрестности точки, в которой находится система. Еще лучше сказать, что A_i в состоянии оценить лишь направление роста $f_i(s)$ по собственной переменной. В таких условиях гипотеза индикаторного поведения представляется наиболее правдоподобной. В этом случае процедуру (5.2) можно считать адекватной реальным динамическим процессом лишь в предположении, что элементы делают в нужном направлении заведомо малые шаги. Не будучи уверенным в этом, едва ли можно считать выполненным ограничение $\gamma_i^k \le 1$, так как элементы не располагают информацией для вычисления текущих положений цели.

Если указанное предположение не выполняется, то приходится изучать итерационную процедуру вида

$$\forall\, i,k:\ \ s_i^{k+1} = s_i^k + \xi_i^k \operatorname{sign} g_i(s^k), \qquad (5.4)$$

где $\xi_i^k \geq 0$ означает длину шага $\xi_i^k = (s_i^{k+1} - s_i^k)$, а $g_i(s^k) = \frac{\partial D_i(s)}{\partial s_i}$ - функция - индикатор.

И, наконец, достаточно интересная на наш взгляд модель поведения автомата представляется в виде следующей итерационной процедуры :

$$s_i^{k+1} \in [d_i, D_i]. \qquad (5.5)$$

При фиксированных положениях игроков - людей "автомат" делает перебор по всем возможным значениям (из области $[d_i, D_i]$) и выбирает из них самое оптимальное. В этом случае автомат всегда выглядит предпочтительней людей, так как его стратегия всегда будет оптимальной, нежели у игроков (кроме точки Нэша , где будут находиться все игроки, включая и автомат).

Все рассмотренные правила поведения "автоматов" представим в следующем виде:

1. $s_i^{k+1} = s_i^k \pm \gamma_i^k, \quad \gamma_i^k > 0$ - стратегия автомата "плюс-минус" шаг;

2. $s_i^{k+1} = s_i^k + \gamma_i^k \operatorname{sign} g_i(s), \quad \operatorname{sign} g_i(s) = \begin{cases} -1, & \text{если } g_i(s) < 0 \\ 0, & \text{если } g_i(s) = 0 \\ 1, & \text{если } g_i(s) > 0 \end{cases}$ -

стратегия автомата "шаг по градиенту";

3. $s_i^{k+1} = s_i^k + \gamma_i^k(\hat{s}_i - s_i^k), \quad \gamma_i^k \in [0,1]$ - стратегия автомата "ориентация на оптимальность";

4. $s_i^{k+1} = \hat{s}_i, \quad \hat{s}_i \in [SMIN, SMAX]$ - стратегия автомата "поиск в интервалс".

5.2. Постановка задачи игры

Рассмотрим систему, состоящую из управляющего органа (центра), и n подчиненных организаций. Задача центра - так распределить имеющийся у него

ресурс **R** между **n** элементами, чтобы выигрыш системы в целом был наибольшим.

Приняты следующие предположения: руководство каждой организации знает эффективность переработки ресурса на своем производстве, т.е. знает величины своих выигрышей в зависимости от количества выделенного ресурса; центру известен характер зависимости выигрышей подсистем от количества ресурса, но точных значений показателей эффективности использования ресурсов в организациях центр не знает.

Функционирование описываемой системы в течение одного планового периода предполагается следующим:

- на этапе формирования данных управляющий орган получает от подсистем сведения об эффективности переработки ими ресурса, т.е. оценки показателей эффективности;
- на этапе планирования управляющий орган на основании поступивших "снизу" данных решает задачу оптимального распределения ресурса с целью максимизации эффективности всей системы;
- на этапе реализации плана каждая подсистема использует выделенное ей количество ресурса в соответствии с истинным показателем эффективности использования ресурса; подсчитываются выигрыши отдельных подсистем и системы в целом. Суммарный выигрыш каждого элемента складывается из его выигрышей в последовательности партий.

5.3. Описание модели игры

Обозначим:

n - количество организаций в системе;

R - количество ресурса, выделяемое организации **i**, $i = 1 \div n$;

$f_i(x_i)$ - функция, определяющая режим потребления ресурса в организациях (она одна и та же для всех организаций и известна управляющему органу);

r_i - коэффициент эффективности использования ресурсов i -й организацией;

$r_i f_i(x_i)$ - эффект от использования i - й организацией ресурса в количестве x_i;

s_i - оценка величины r_i руководством i -й организации, сообщаемая центру на этапе формирования информации.

Целевая функция всей системы (ее представляет центр) определяется выражением

$$\Phi = \sum_{i=1}^{n} r_i f(x_i). \qquad (5.6)$$

На этапе планирования центр на основе сообщенной ему информации решает задачу

$$\left.\begin{aligned} \Phi &= \sum_{i=1}^{n} s_i f(x_i) \to \max \\ \sum_{i=1}^{n} x_i &\le R \end{aligned}\right\} \qquad (5.7)$$

и находит величины $\{x_i\}$.

На этапе реализации плана деятельность организаций оценивается центром путем сопоставления достигнутого организацией эффекта $r_i f_i(x_i)$ и затраченных ресурсов.

Формально целевая функция i - й организации записывается в виде

$$\varphi_i = r_i f_i(x_i) - \lambda x_i, \qquad (5.8)$$

где λ - коэффициент приведения количества ресурса к эффекту за счет его использования (условно можно назвать его ценой единицы ресурса).

В случае анализа принципа жесткой централизации "цена" λ единицы ресурса постоянна и назначается центром из соображений, непосредственно к задаче распределения ресурса не относящихся: следует учесть порядок величин $s_i f_i(x_i)$ и x_i, чтобы величины φ_i были положительными.

При использовании в системе принципа согласованного управления центр должен учитывать, кроме условия (5.8), и условия согласования. Это условие может быть записано в виде соотношения

$$s_i f_i(x_i) - \lambda x_i = \max_{0<u_i<\infty} \left[s_i f_i(u_i) - \lambda u_i \right]. \qquad (5.9)$$

Соответствующим выбором "цены" единицы груза обеспечивается выполнение этого условия, где λ определяется из системы уравнений:

$$\frac{\partial f_i(x_i)}{\partial x_i} = \frac{\lambda}{s_i}, \quad i = 1 \div n \qquad \text{при} \quad \sum_{i=1}^{n} x_i = R.$$

Для простоты вычислений используется $f_i(x_i) = \sqrt{x_i}$. При этом решение задачи центра на этапе планирования имеет вид

$$x_i = \frac{R}{\sum_{j=1}^{n} s_j^2} \cdot s_i^2, \qquad (5.10)$$

а величина λ (в случае принципа согласованного управления) определяется по выражению

$$\lambda = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} s_j^2}{R}}. \qquad (5.11)$$

5.4. Организация и проведение игры

1. Определение цели и выбор соответствующей модели поведения автоматов.

2. Отбор группы из N - участников игры (в том числе и автоматов). Назначение ведущего игру (он может играть роль управляющего органа).

3. Пояснение ведущим механизма игры - содержательное описание моделируемой ситуации, принципа распределения ресурсов, целей подсистем и центра. Неформальный анализ игровой ситуации для механизма игры и

ограничения периода обучения. При объяснении принципа жесткой централизации важно показать участникам, что при дефиците ресурса будет иметь место завышение заявок и наоборот.

Из выражения для φ_i следует, что для получения максимального выигрыша каждая организация должна получить ресурса

$$x_i = \frac{r_i^2}{4\lambda^2}.$$

Отталкиваясь от этого выражения, можем написать выражение для случая избыточности и дефицита ресурса

$$N \cdot \max_i \left(\frac{r_i^2}{4\lambda^2}\right) < R \quad \text{- избыток ресурса,}$$

$$N \cdot \max_i \left(\frac{r_i^2}{4\lambda^2}\right) > R \quad \text{- дефицит ресурса.}$$

В случае согласованного управления оценки должны быть "компромиссными": увеличение оценок s_i приводит к увеличению количества получаемого ресурса, но увеличивается и величина λ; уменьшение оценок s_i приводит к уменьшению λ, но уменьшается и количество получаемого ресурса - и то и другое может быть невыгодно участникам.

4. Назначение подсистемой величин r_i. Задание границ оценок $s_i \in [SMIN, SMAX]$. Назначение величины λ (в случае жесткой централизации).

5. Начало партии игры. Участники сообщают центру оценки s_i коэффициентов эффективности использования ресурса. Для автоматов начальное значение задает ведущий.

6. Этап планирования. Центр решает задачу (5.7) - в случае жесткой централизации или (5.7, 5.9) - при согласованном управлении с помощью ЭВМ, предварительно вызывая программу согласно выбираемой модели поведения автоматов.

Центр сообщает участникам полученные значения x_i и соответствующую этому значению функцию выигрыша φ_i по формуле (5.8) и, если решалась задача согласованного управления, значение λ - по формуле (5.11).

7. Этап реализации. Организации "реализуют" выделенные ресурсы с учетом истинных коэффициентов и сообщают s_i на следующий период игры.

5.5. Обсуждение результатов игры при различных стратегиях "автомата"

1.*Стратегия автомата "плюс-минус шаг".* После очередной партии игры автомат сравнивает значение своей целевой функции в текущей партии со значением в предыдущей. Если текущее значение более выигрышное, чем предыдущее, то автомат делает шаг в этом направлении, если проигрышное, то "пробует" сделать шаг в обратном направлении. Если это дает выигрыш, то автомат придерживается этой стратегии, если нет, то автомат не меняет своей первоначальной стратегии. Здесь автомат "придерживается" аксиомы индикаторного поведения (5.2): делает шаг к положению цели, предполагая при этом, что остальные игроки придерживаются своих прежних стратегий. Слово "придерживается" взято в кавычки потому, что в данном случае значение $(s_i^* - s_i^k)$ в (5.2) равно единице (следовательно, и γ_i^k может быть больше единицы).

Эта стратегия самая простая. В начальных партиях игры автомат по этой стратегии может и проигрывать, но ее достоинством является то, что она наглядно демонстрирует ход движения к цели. При игре с игроками, недостаточно понимающими природу игры, автомат по этой стратегии обычно выигрывает. Шаг для всех автоматов принят нами равным единице и не меняется в течение игры.

В табл.5.1 и табл.5.2 даны числовые данные для случая жесткой централизации соответственно при дефиците (R = 300) и избытке (R = 600)

ресурсов, а в табл.5.3 -для случая согласованного управления. В игре участвуют два игрока и "автомат", приняты $r_i = 10$, $d_i = 1$, $D_i = 20$, т.е. $s_i \in [1; 20]$, $\lambda = 0{,}5$ (для случая жесткой централизации). Графические зависимости s_i, φ_i и Φ от периодов игры - t представлены на рис.5.1÷5.3. Для жесткой централизации при дефиците ресурса при $t \geq 9$ стратегий игроков s_i стремится к максимальному значению - D_i, а при избытке ресурса стратегий - s_i стремится к минимальному значению d_i.

Для случая согласованного управления (рис.5.3) $s_i = \alpha r_i \quad \forall i: i = 1 \div 3$, $0 < \alpha \geq 1$.

2.*Стратегия автомата "шаг по градиенту".* По данной стратегии автомат делает шаг согласно итерационной процедуре (5.4).

Представляется интересным нахождение функции индикатора $g_i(s)$ для конкретной игры. Рассмотрим задачу оптимального распределения ресурса. При определенных (очевидных) предположениях функцией-индикатором для A_i может служить

$$g_i(s) = \frac{\partial D_i}{\partial s_i} = \left(\frac{d\varphi_i}{dx_i} - \lambda\right)\frac{\partial x_i}{\partial s_i} - x_i\frac{\partial \lambda}{\partial s_i}. \qquad (5.12)$$

Непосредственно наблюдаемыми величинами для A_i являются x_i, λ и s_i, и если последних недостаточно для определения производных $\frac{\partial x_i}{\partial s_i}$ и $\frac{\partial \lambda}{\partial s_i}$, то A_i не в состоянии вычислить текущее значение функции - индикатора вида (5.12). Но если величина $x_i \frac{\partial \lambda}{\partial s_i} \Big/ \frac{\partial x_i}{\partial s_i}$ достаточно мала (как в случае слабого влияния), то A_i в качестве функции - индикатора может использовать

$$g_i(s) = \frac{d\varphi_i}{dx_i} - \lambda. \qquad (5.13)$$

Элемент A_i может руководствоваться в своем поведении функцией индикатором (5.13) даже в том случае, когда он в состоянии вычислить производные $\frac{\partial x_i}{\partial s_i}$ и $\frac{\partial \lambda}{\partial s_i}$, но, сознавая свое слабое влияние на цену, не желает производить вычислений, дающих заведомо малый эффект. Подставляя $\varphi_i = r_i f(x_i) = r_i\sqrt{x_i}$ для нашей модели в (5.13), получаем

$$g_i(s) = \frac{r_i}{2\sqrt{x_i}} - \lambda \ . \qquad (5.14)$$

Данная игра предназначена для участников с более высокой степенью подготовки. Здесь применяется автомат с выбором стратегии s_i^{k+1}, ориентирующейся на знак градиента - $\frac{\partial D_i}{\partial s_i}$. Если значение градиента положительно, то автомат делает шаг γ_i^k в этом направлении, если значение градиента отрицательно, то автомат делает шаг γ_i^k в обратном направлении, т.е. в сторону уменьшения величины заявок s_i^k.

В этом случае автомат тоже не идеален. Хотя информированность о стратегиях остальных участников отпадает, но его медлительность в достижении точки Нэша тоже оставляет желать лучшего.

Числовые данные представлены в табл.5.4 и табл.5.5 для случаев дефицита ($R = 200$) и избыток ($R = 1000$) ресурсов с $\lambda = 0{,}5$ при жесткой централизации, а в табл.6.6 - данные при согласованном управлении, где $R=800$. Приняты $r_i = 15$, $s_i \in [1;\ 20]$, $\forall i:\ i = 1 \div 3$. Графические зависимости s_i, φ_i и Φ от периодов игры t представлены на рис.5.4÷5.6. После пятого периода игры игроки быстрее уже выходят на устойчивые ситуации ($s_i = D_i$ при дефиците, $s_i = d_i$ при избытке ресурсов и $s_i = \alpha r_i$ при согласованном управлении - рис.5.6).

3.*Стратегия автомата "ориентация на оптимальную".* Автомат выбирает стратегию по итерационной процедуре (5.2). В данном случае положение цели s_i^* - это точка Нэша .

Для деловой игры "Распределение ресурсов" точка Нэша для принципа жесткой централизации находится:

1) $s_i^* = d_i$, если большой избыток ресурса;

2) $s_i^* = \alpha r_i \quad (0 < \alpha \le 1)$, если баланс заявок и ресурса;

3) $s_i^* = D_i$, если острый дефицит ресурса.

При согласованном управлении точка Нэша

$$s_i^* = \frac{2m-2}{2m-1} r_i. \qquad (5.15)$$

Трудность заключается в другом: в выборе γ_i^k.

При малом числе игроков, если автомат выбирает при согласованном управлении стратегию (5.15) при $\gamma_i^k = \mathbf{const}$, он обычно проигрывает. Но автомат по нашей программе должен играть не хуже игрока, и поэтому в данных задачах автомат при согласованном управлении выбирает стратегию $s_i = r_i$.

Автомат в этой игре обладает стратегией, способной за один шаг прийти в точку Нэша. Хотя с течением времени все участники игры придут в точку Нэша, автомат, достигнув первым точку Нэша, может первое время явно проигрывать.

В данной игре автомат способен играть и с самыми способными игроками и ни в чем им не уступать.

В случае дефицита ресурса автомат выходит на верхнюю границу $s_i = D_i$, а в случае избытка - на нижнюю $s_i = d_i$.

В случае согласованного управления стратегия автомата определяется из

выражения (5.15).

К достоинствам автомата в данной стратегии относится способность на первом же шаге найти точку Нэша, а к недостаткам можно отнести некоторую "поспешность" в определении оптимальной стратегии, так как в своем желании скорее достичь цели он может и проигрывать (имеется в виду применение закона жесткой (централизации). Численные значения, представляемые в табл.5.7 и табл.5.8, и графические зависимости на рис.5.7 и рис.5.8 соответствуют жесткой централизации, а табл.5.9 и рис.5.9 соответствуют согласованному управлению.

4.*Стратегия автомата "поиск в интервале"*. Автомат ищет свою стратегию методом перебора в интервале [SMIN, SMAX] , который является интервалом допустимых значений оценки s_i. Шаг автомата при этой стратегии поведения равен для всех автоматов единице.

То, чего не хватало автомату в предыдущих играх (имеется в виду беспроигрышное поведение, доминирование под другими участниками), обладает в этой игре.

Стратегия его оригинальна. После сообщения игроками своих стратегий автомат делает перебор всех своих стратегий из области $[d_i, D_i]$ и, сравнивая целевые функции по всей области, выбирает из них максимальные.

Автомат обладает свойством беспроигрышного поведения и не дает никому себя опередить. Универсальность автомата и состоит в том, что при любом наборе игроков по их профессиональной подготовке он способен оставить их в "накладе".

Числовые данные и графические зависимости представлены в табл.5.10÷5.12 и на рис.5.10÷5.12 соответственно для жесткой централизации и согласованного управления.

В приложение 5 представлены результаты каждой партии игры, которые выдаются на дисплей ЭВМ.

Таблица 5.1

N партии	r_1 =10	r_2 =10	r_A =10	R= 300	φ_1			Ф
	s_1	s_2	s_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	3	6	1	0,5	47	36,7	22	277,9
2	15	10	4	0,5	42,9	49,7	129,9	302,5
3	9	15	7	0,5	47,5	45,7	42,1	327,5
4	5	16	10	0,5	31,7	46,5	47,8	323,8
5	11	18	12	0,5	45,6	48,9	47,3	339
6	8	16	14	0,5	38,5	49,9	49,6	337,5
7	10	18	16	0,5	40,6	50	49,7	339,7
8	12	20	18	0,5	42	50	49,5	341,1
9	20	20	18	0,5	49,6	49,6	48,4	345,9
10	20	20	20	0,5	49,1	49,1	49,1	346,4

Таблица 5.2

N партии	r_1 =10	r_2 =10	r_A =10	R =600	φ_1			Ф
	s_1	s_2	s_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	1	20	20	0,5	6,8	41,5	41,5	431,2
2	5	10	18	0,5	48,4	47,7	41,5	479
3	12	10	16	0,5	49,8	49,4	40,9	475,7
4	14	8	13	0,5	41,9	48	45,4	480,8
5	9	6	10	0,5	47,2	48,5	42,9	481,5
6	11	8	8	0,5	6,4	49,4	49,4	484,6
7	7	4	6	0,5	39,2	48,7	46,7	481,3
8	1	3	4	0,5	30,7	49,1	36,9	453,6
9	8	1	4	0,5	1	21,8	50	422,8
10	3	1	2	0,5	23,2	41	48,8	461,8
11	1	1	1	0,5	47,5	47,5	47,5	489,9

Таблица 5.3

N партии	r_1 =10	r_2 =10	r_A =10	R= 600	φ_1			Ф
	s_1	s_2	s_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	1	1	1	0,04	106,2	106,2	106,2	447,2
2	5	3	3	0,16	116,3	79	79	434
3	8	7	5	0,29	84	79,7	68	437,9
4	15	9	8	0,47	40,3	53,2	51,5	429,3
5	11	10	8	0,43	57,9	58,5	57,9	444,2
6	9	10	9	0,41	59,8	60,4	59,8	446,7
7	7	10	9	0,39	57,7	63,4	62,8	445
8	8	10	9	0,40	59,5	61,9	61,3	445,8
9	10	10	9	0,43	58,8	58,8	58,2	446,6
10	9	9	9	0,4	61,5	61,5	61,5	447,2

Таблица 5.4

N партии	r_1 =15	r_2 =15	r_A =15	R= 200	φ_i			Ф
	s_1	s_2	s_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	8	5	3	0,5	104,3	79,2	53	389,6
2	10	12	6	0,5	87,7	97,6	60,2	405,7
3	15	18	12	0,5	83	93,3	70,8	417,9
4	20	20	15	0,5	88	88	72	420
5	20	20	17	0,5	85,3	85,3	76,2	422,9
6	20	20	18	0,5	83,9	83,9	78	423,7
7	20	20	19	0,5	82,5	82,5	79,6	424,12
8	20	20	20	0,5	81	81	81	424,3

Таблица 5.5

N партии	r_1 =15	r_2 =15	r_A =15	R = 1000	φ_i			Ф
	s_1	s_2	s_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	19	15	18	0,5	110,3	111,4	111,8	945,6
2	16	14	15	0,5	110,8	112,5	112,2	947,6
3	12	8	13	0,5	111,8	103,8	109,2	933,8
4	8	10	11	0,5	112	109,3	112,2	945,7
5	6	12	8	0,5	103,7	90,6	112,3	918,9
6	8	8	5	0,5	104,6	104,6	107,5	924,4
7	2	4	2	0,5	107,9	72,9	107,9	896,4
8	1	6	3	0,5	54,8	56,5	110	831,48
9	1	1	1	0,5	112,2	112,2	112,2	948,67

Таблица 5.6

N партии	r_1 =15	r_2 =15	r_A =15	R =800	φ_i			Ф
	s_1	s_2	s_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	9	1	7	0,24	199,2	4,4	169,7	758,9
2	5	2	4	0,14	226,3	101,4	188,3	814,8
3	10	5	10	0,32	156,9	98,	156,9	823,7
4	12	10	13	0,43	126,6	117,2	129,5	844,2
5	15	13	14	0,5	113,5	111,5	112,9	847,5
6	17	15	15	0,55	100,6	102,5	102,5	847,2
7	16	14	14	0,53	105,4	105,4	105,4	846,6
8	15	13	15	0,51	109,5	106,7	109,5	847
9	15	15	15	0,53	106	106	106	848,5

Таблица 5.7

N партии	r_1 =10	r_2 =10	r_A =10	R= 600	φ_i			Ф
	s_1	s_2	s_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	20	15	1	0,5	4,1	39	9,3	352,4
2	10	17	1	0,5	47,1	-11,5	11,6	347,3
3	8	20	1	0,5	49,6	-30,8	10,7	329,4
4	6	15	1	0,5	49,6	-30,6	13,9	332,9
5	4	10	1	0,5	49,6	-29,9	20	339,7
6	1	4	1	0,5	41	-35,7	41	346,4
7	1	2	1	0,5	50	0	50	400
8	1	1	1	0,5	41,4	41,4	41,4	424,3

Таблица 5.8

N партии	r_1 =10	r_2 =10	r_A =10	R= 600	φ_i			Ф
	s_1	s_2	s_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	20	15	1	0,5	4,1	39	9,3	352,4
2	10	17	1	0,5	47,1	-11,5	11,6	347,3
3	8	20	1	0,5	49,6	-30,8	10,7	329,4
4	6	15	1	0,5	49,6	-30,6	13,9	332,9
5	4	10	1	0,5	49,6	-29,9	20	339,7
6	1	4	1	0,5	41	-35,7	41	346,4
7	1	2	1	0,5	50	0	50	400
8	1	1	1	0,5	41,4	41,4	41,4	424,3

Таблица 5.9

N партии	r_1 =10	r_2 =10	r_A =10	R =400	φ_i			Ф
	s_1	s_2	s_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	5	1	8	0,24	79	20	101	295,2
2	6	3	8	0,26	80,5	49	92	325,7
3	9	6	8	0,34	73,6	62,4	71,4	341,9
4	12	9	8	0,47	56,5	58,2	56,5	341,2
5	9	12	8	0,43	58,2	56,5	56,5	342,7
6	9	9	8	0,38	65,9	65,9	63,9	345,9
7	10	10	8	0,41	61,5	61,5	59,8	344,6
8	9	9	8	0,38	65,9	65,9	63,9	345,9
9	8	8	8	0,35	69,3	69,3	69,3	346,4

Таблица 5.10

N партии	r_1 =10	r_2 =10	r_A=10	R= 300	φ_i			Ф
	s_1	s_2	s_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	1	1	2	0,5	41	41	48,8	230,9
2	5	10	15	0,5	30,6	47	49	226,8
3	15	10	19	0,5	48,2	39,4	49,9	237,6
4	17	5	19	0,5	49,7	23,5	49,9	223,2
5	19	7	19	0,5	49,95	29,3	49,95	229,2
6	20	10	20	0,5	49,8	36	49,8	235,7
7	20	12	20	0,5	49,7	39,9	49,7	239,3
8	20	16	20	0,5	49,2	45,4	49,2	243,7
9	20	18	20	0,5	48,8	47	48,8	244,
10	20	20	20	0,5	48,3	48,3	48,3	244,9

Таблица 5.11

N партии	r_1 =10	r_2 =10	r_A =10	R =600	φ_i			Ф
	s_1	s_2	s_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	20	20	14	0,5	34,2	34,2	49,6	419,12
2	18	15	14	0,5	27,2	42,2	49,3	418,7
3	16	10	9	0,5	11,7	48,5	49,85	410,1
4	14	5	7	0,5	-9,08	46,76	49,9	387,6
5	12	2	6	0,5	-18,09	29,6	49,65	361,2
6	8	1	4	0,5	-19,3	23,5	49,6	353,8
7	4	2	2	0,5	-14,7	39,2	49,7	374,2
8	2	1	1	0,5	0	50	50	400
9	1	1	1	0,5	41,5	41,5	41,5	424,3

Таблица 5.12

N партии	r_1 =10	r_2 =10	r_A =10	R= 600	φ_i			Ф
	s_1	s_2	s_A	λ	φ_1	φ_2	φ_A	
1	2	1	4	0,094	96,8	50,8	171	347,2
2	6	3	7	0,198	106	64,4	114,9	404,2
3	9	6	8	0,275	90	76,5	87,3	418,7
4	12	9	9	0,357	67,2	69,3	69,3	420
5	15	12	9	0,433	43,3	55,4	57,2	415,7
6	12	10	9	0,368	65,2	67,9	67,5	421,5
7	10	9	8	0,320	78,3	77,5	77,1	422,5
8	10	10	9	0,342	73	73	72,4	423,7

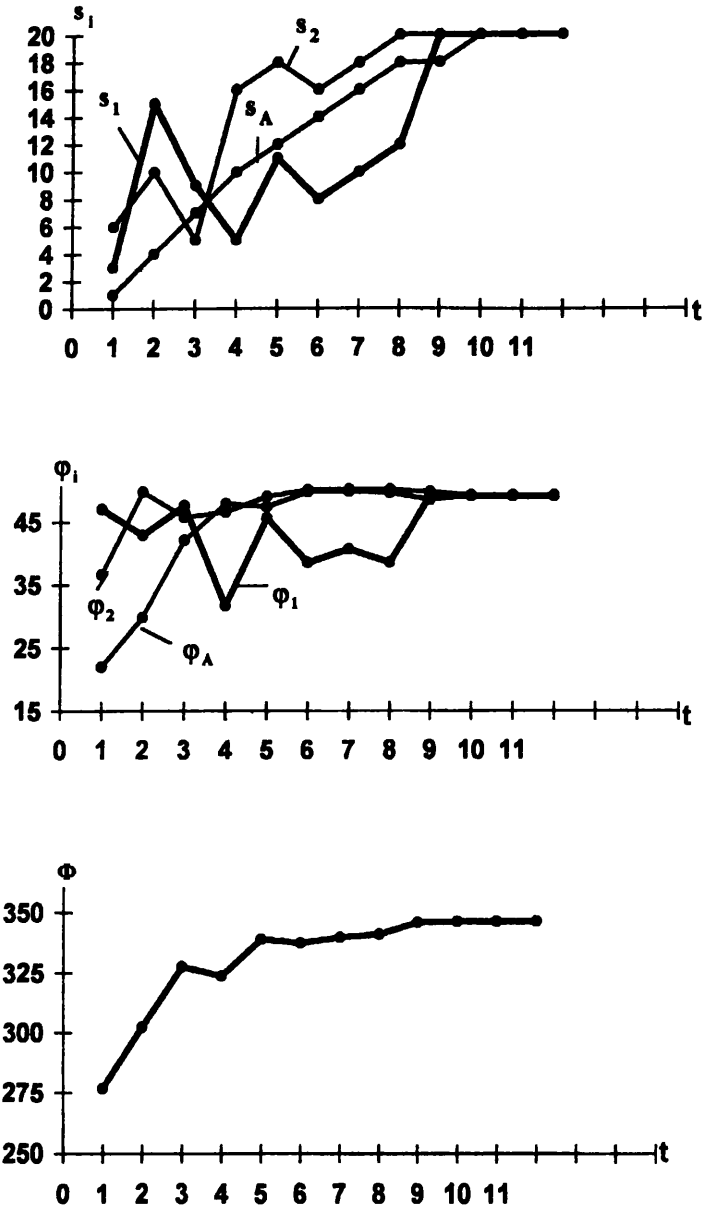
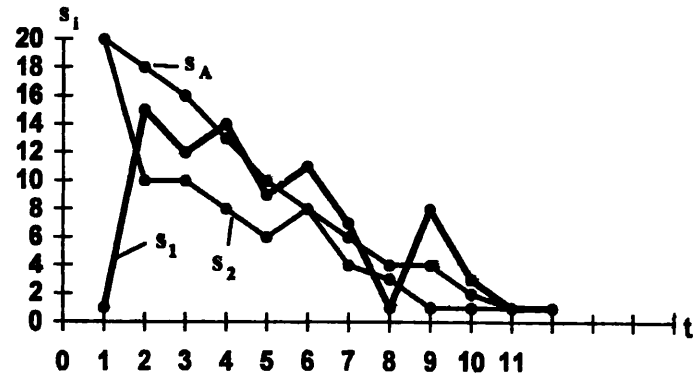
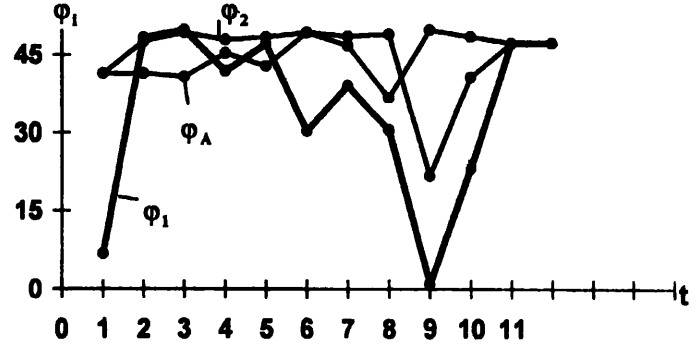

s_i
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
s_2
s_1
s_A
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
φ_i
45
35
25
15
φ_2
φ_1
φ_A
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Φ
350
325
300
275
250
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Рис.5.1


s_i
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
s_A
s_1
s_2
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11


φ_i
φ_2
45
30
15
0
φ_A
φ_1
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

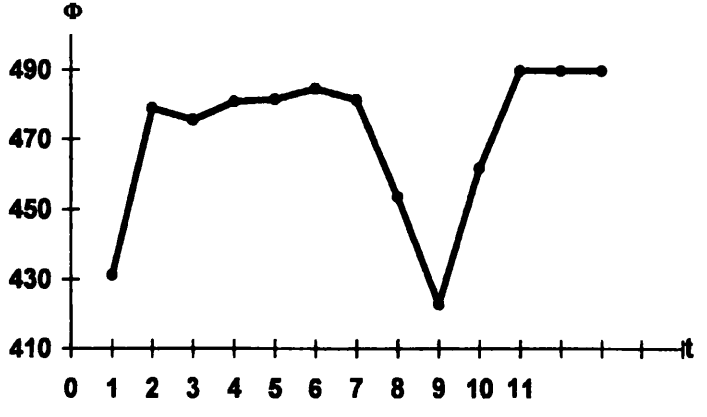

Φ
490
470
450
430
410
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Рис.5.2

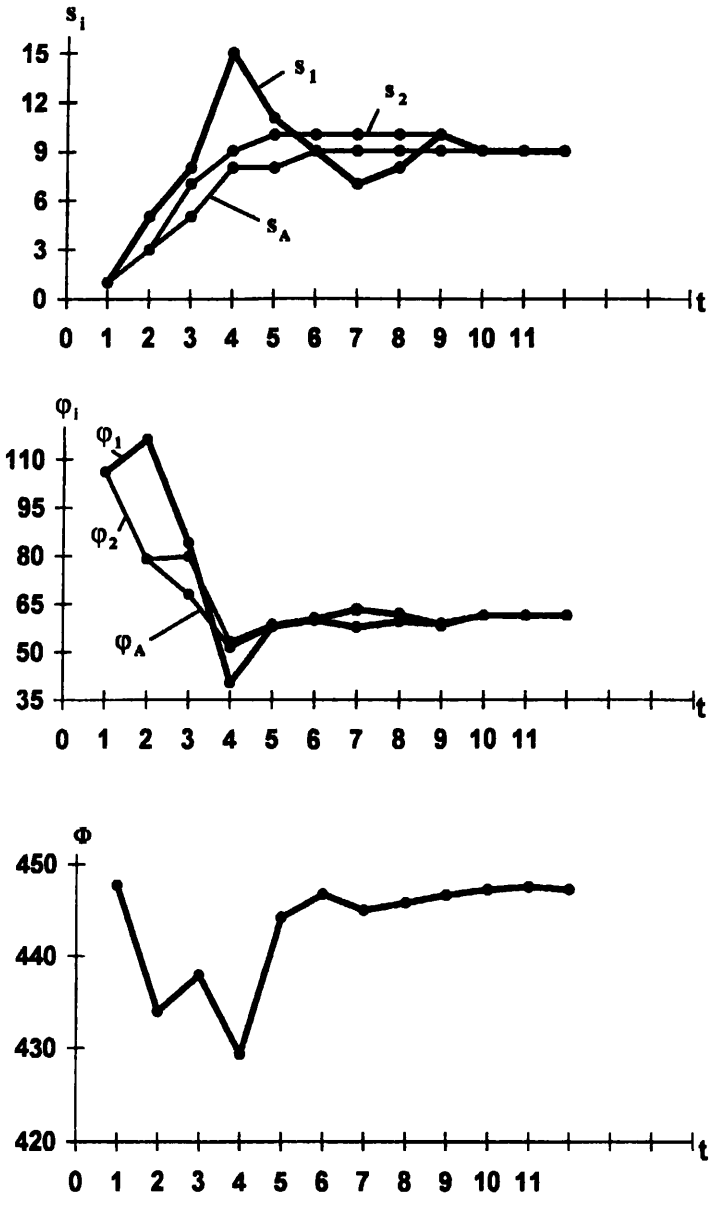

s_i
15
12
9
6
3
0
s_1
s_2
s_A
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
φ_i
110
95
80
65
50
35
φ_1
φ_2
φ_A
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Φ
450
440
430
420
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Рис.5.3

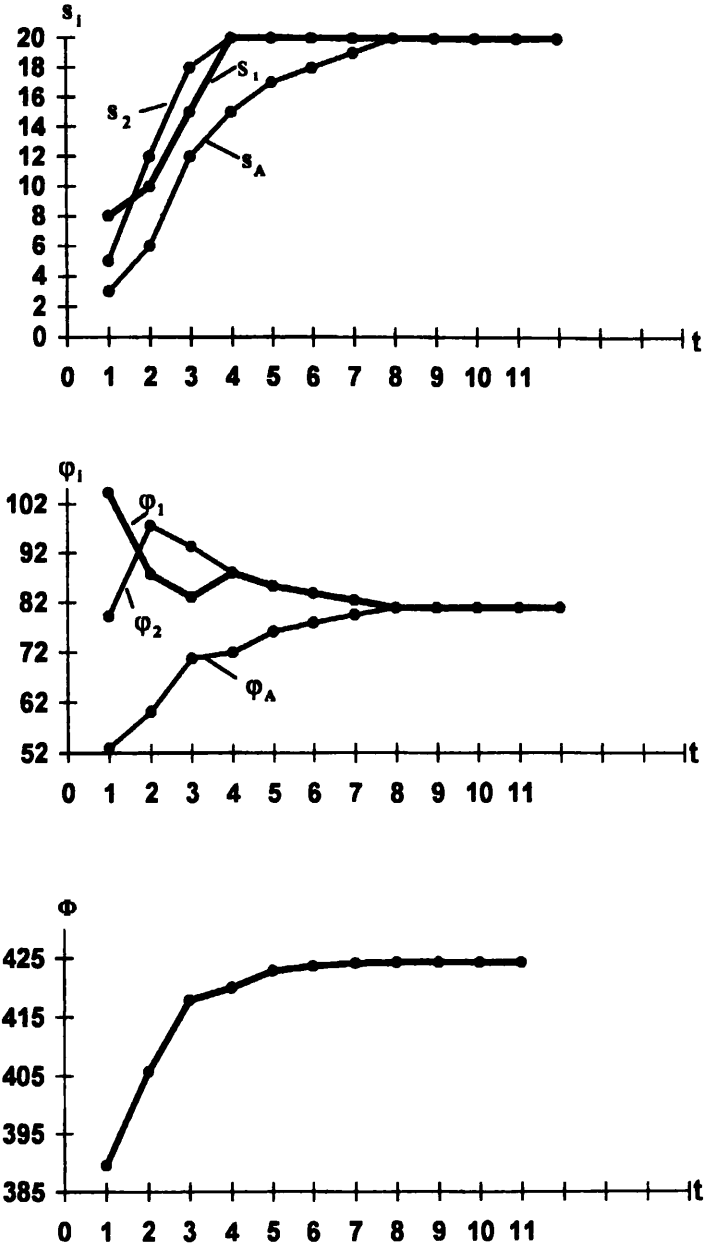
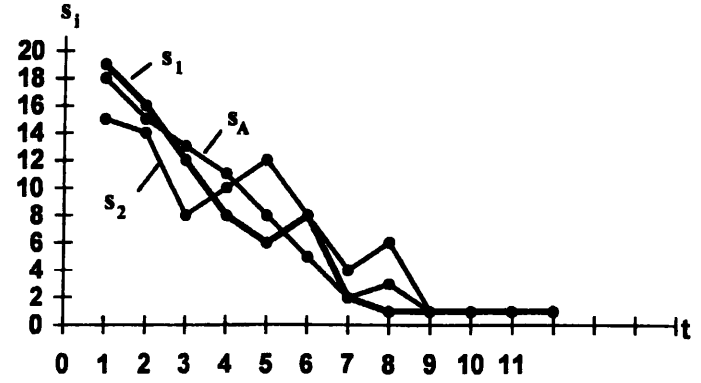
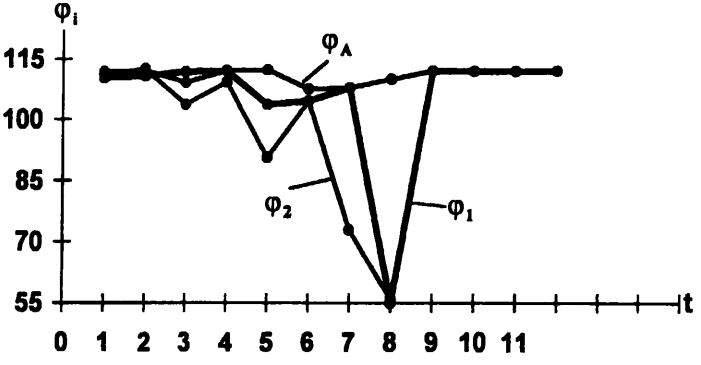

s1
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
s2
s1
sA
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
φ1
102
92
82
72
62
52
φ1
φ2
φA
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Φ
425
415
405
395
385
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

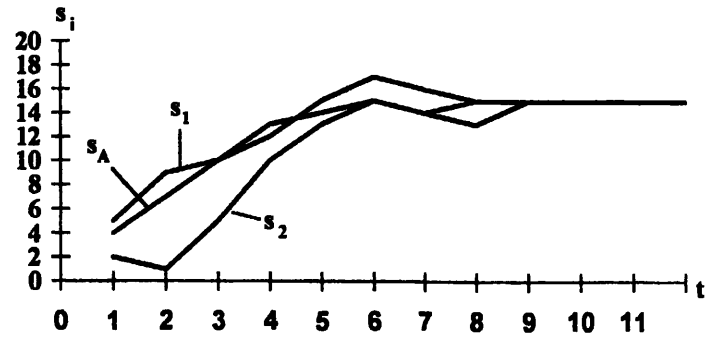
Рис.5.4

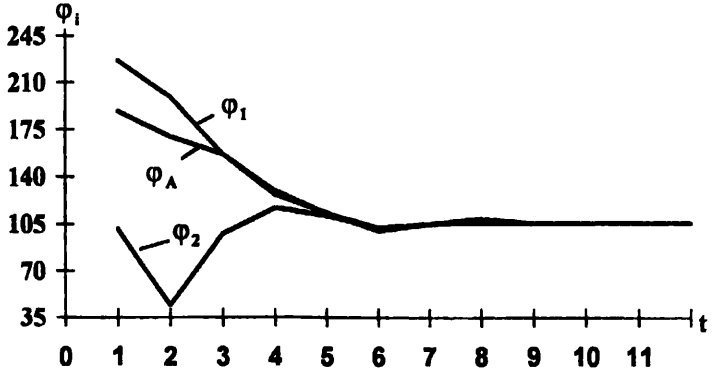

s_i
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
s_1
s_A
s_2
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11


φ_i
115
100
85
70
55
φ_A
φ_2
φ_1
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11


Φ
950
930
910
890
870
850
830
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Рис.5.5


s_i
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
s_1
s_A
s_2
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11


φ_i
245
210
175
140
105
70
35
φ_1
φ_A
φ_2
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

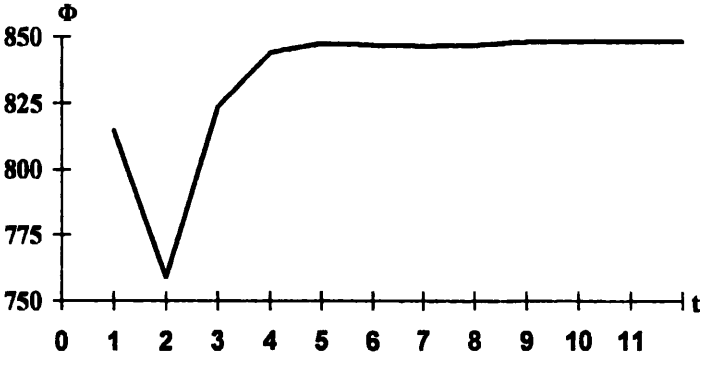
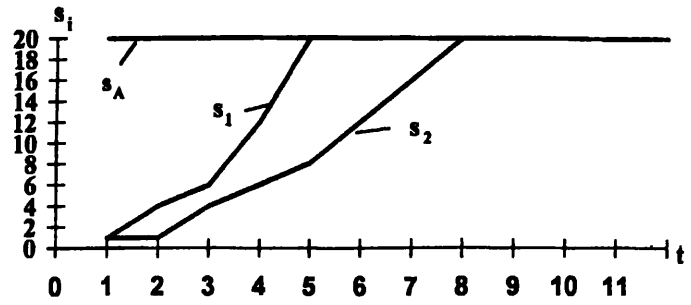
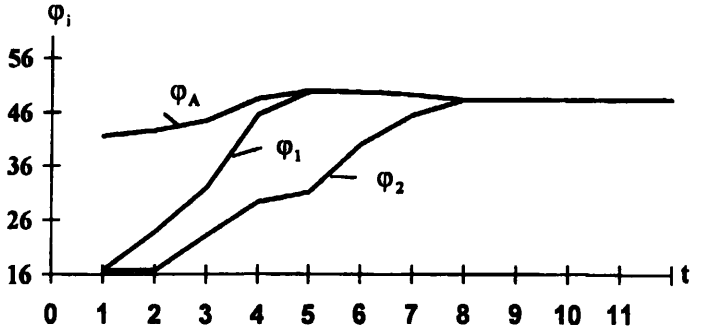

Φ
850
825
800
775
750
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Рис.5.6


s_i
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
s_A
s_1
s_2
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11


φ_i
56
46
36
26
16
φ_A
φ_1
φ_2
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

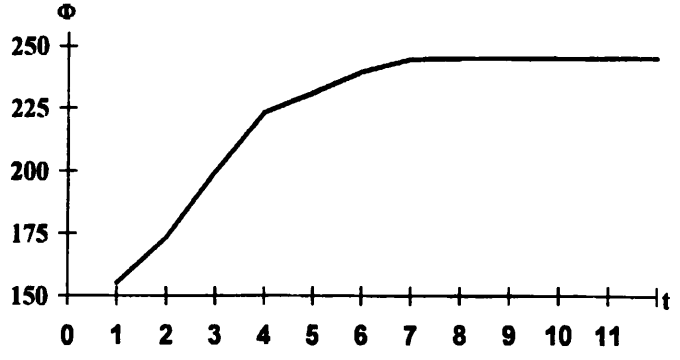

Φ
250
225
200
175
150
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Рис.5.7

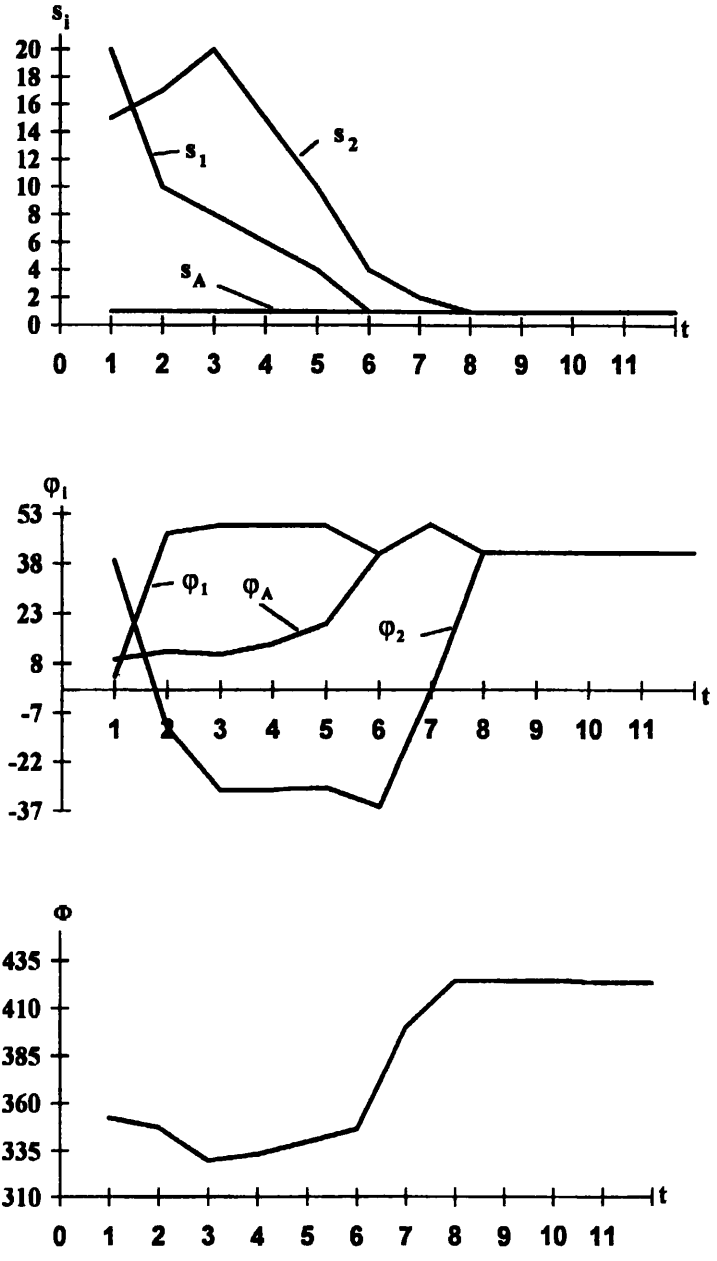

s_i
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
s_1
s_2
s_A
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
φ_1
53
38
23
8
-7
-22
-37
φ_1
φ_A
φ_2
t
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Φ
435
410
385
360
335
310
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Рис.5.8

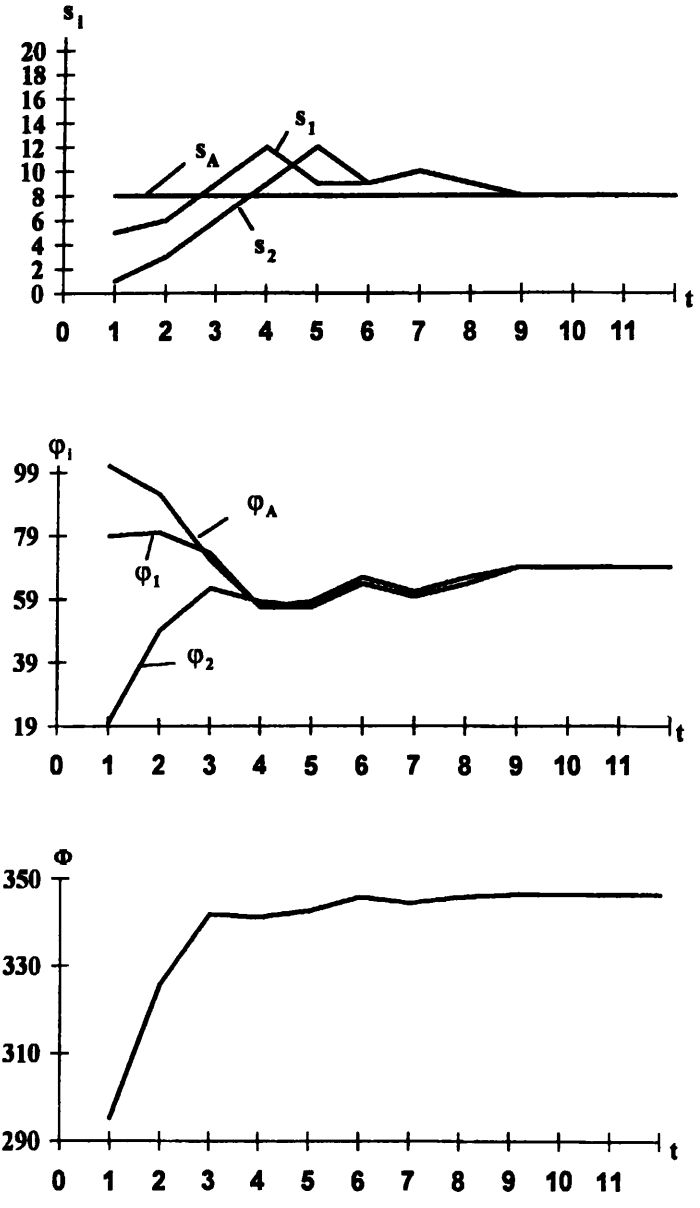
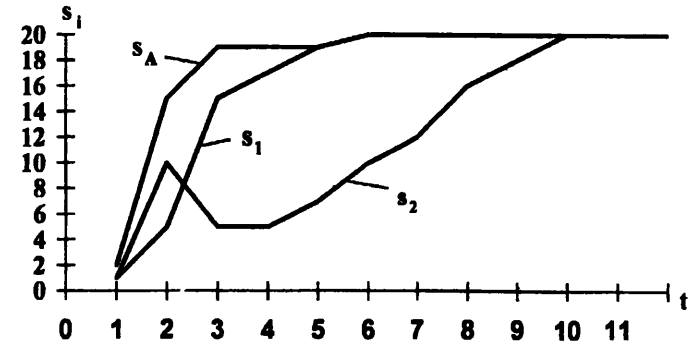
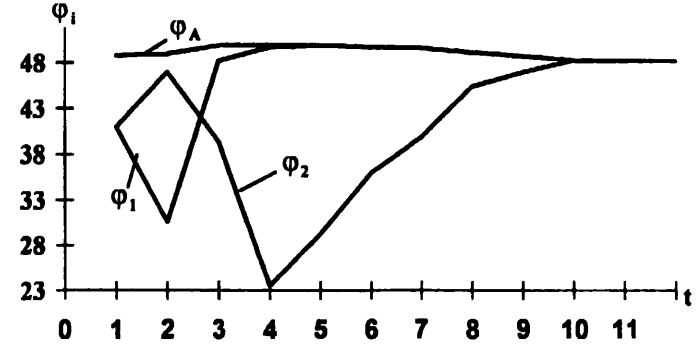

s1
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
sA
s1
s2
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
φ1
99
79
59
39
19
φA
φ1
φ2
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
Φ
350
330
310
290
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Рис.5.9


s_i
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
s_A
s_1
s_2
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11


φ_i
φ_A
48
43
38
33
28
23
φ_2
φ_1
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

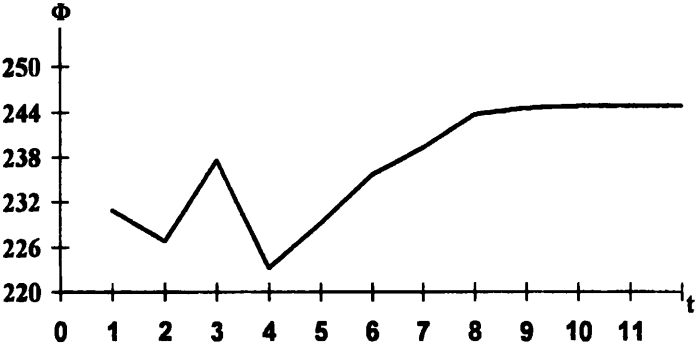
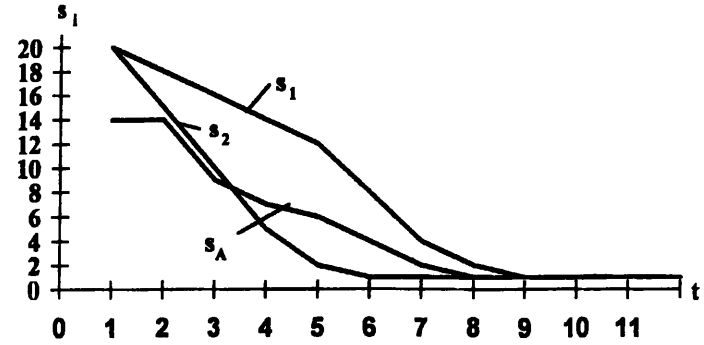
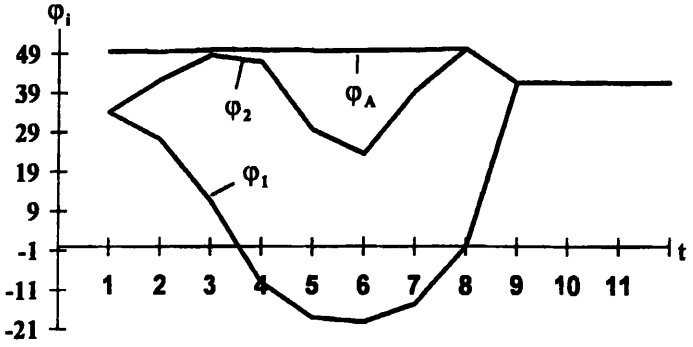

Φ
250
244
238
232
226
220
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

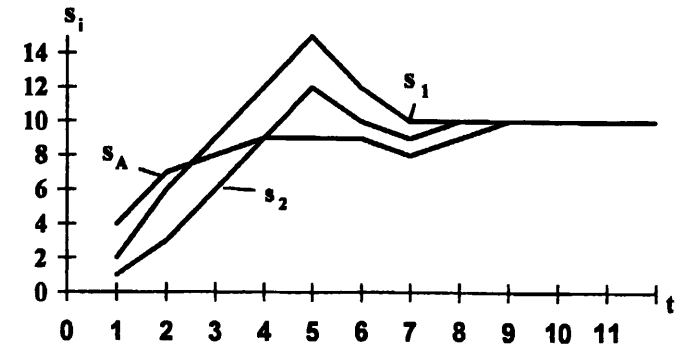
Рис.5.10

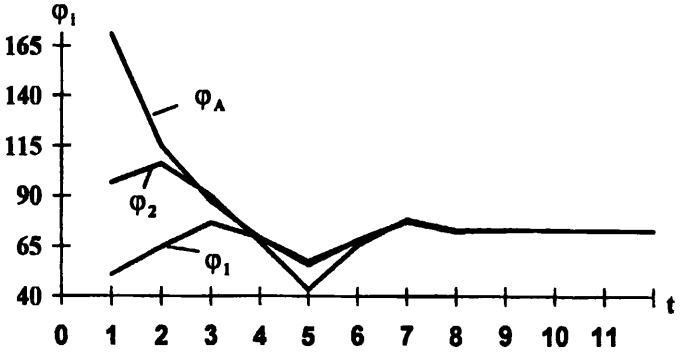

s i
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
s1
s2
sA
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11


φi
49
39
29
19
9
-1
-11
-21
φ2
φA
φ1
t
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11


Φ
425
410
395
380
365
350
t
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Рис.5.11


s_i
14
12
10
8
6
4
2
0
s_1
s_A
s_2
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
t


φ_i
165
140
115
90
65
40
φ_A
φ_2
φ_1
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
t


Φ
430
415
400
385
370
355
340
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
t

Рис 5 12

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанные игры создают игровой комплекс, который используется в учебном процессе для активного формирования квалификационных характеристик кадров, для принятия управленческих решений, а также для исследования особенностей хозяйственного механизма, синтезированного в рамке теории организационного управления [26÷29].

Обобщение опыта проведения деловых игр позволяет сделать следующие выводы:

1. Деловая игра очень эффективно действует на поведение участников , у них появляется желание пообщаться, посоревноваться, проверить свои возможности. Ощущение общения с ЭВМ преобразовывает участников, повышает заинтересованность к занятию, особенно активно ведут себя слушатели курсов повышения квалификации.

2. Участники в обстановке условной практики закрепляют свои знания, опираясь не только на положения в инструкции игры, но используя теоретические и практические материалы, пройденные в учебных курсах.

3. В игре наглядно переплетаются основные понятия, излагаемые в специальных дисциплинах по таким разделам, как постановка задачи, формализация математической модели, методов решения, игровые ситуации, программное обеспечение и др.

4. Для обработки результатов, т.е. при решении деловых игр, используются конкретные прикладные методы, что позволяет студентам представить в наглядном виде их применение на практике.

5. Игроки работают по группам, распределяют обязанности между собой так, чтобы в сжатом игровом масштабе времени получить эффективные решения; в результате у них приобретается опыт принятия коллегиальных решений.

6. Игроки имеют возможность на практике проанализировать определенный тип хозяйственных механизмов, прочувствовать динамику задачи и приобретают опыт принятия решений в условиях неполной информации.

7. Учатся оценивать эффективность принимаемых решений - оценивать, прогнозировать ожидаемые действия и их конечные результаты и обосновывать их теоретически.

8. Участники игры учатся анализировать поступающую информацию, отбирать то основное, что определяет хозяйственное положение объектов в каждый фиксированный момент времени.

9. Игроки в процессе игры приобретают навыки абстрактного мышления, так как им часто приходится оперировать обобщенными, условными характеристиками.

Для того чтобы деловая игра дала ожидаемый эффект, необходимо проводить несколько циклов и после обсуждения результатов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ефимов В.М., Комаров В.Ф. Введение в управленческие имитационные игры. - М.: Наука, 1980.
2. Комаров В.М. Управленческие имитационные игры и АСУ. - Новосибирск: Наука, 1979.
3. Рыбальский В И. АСУ строительством и деловые игры. -М.: Стройиздат, 1983.
4. Гидрович С.Р., Сыроежин И.М. Игровое моделирование экономических процессов. Деловые игры. - М.: Экономика, 1976.
5. Сыроежин И.М. и др. Моделирование и оценка процессов труда:Учеб пособие -Л.: ЛФЭИ, 1977.
6. Жуков Р.Ф. и др. Методика разработки и оформления деловых игр. - Л.: ИПК, 1975.
7. Лифшиц А.Л. Подготовка и проведение деловых игр: Методические указания. - Л.: НПО "Ленэлектронмаш", 1977.
8 Бурков В.Н. Теория организационного управления и деловые игры. - М.: ИПУ, 1983.
9. Бурков В.Н., Ивановский А.Г., Малевич А.А., Немцева А.Н., Щепкин А.В. Деловые игры в принятии управленческих решений:Учеб пособие МИС и С, 1986
10. Деловые игры. - М.: ИПУ, 1977.
11. Нарибаев К.Н., Кулжабаев Н М. Концепция конструирования учебных автоматизированных имитационных игр //Тез.докл XVI семинара ИФАК/ИСАГА "Деловые игры и имитационное моделирование" М.: ИПУ, 1985
12. Кулжабаев Н.М. Конструирование деловых игр. Методическое руководство для разработки учебных деловых игр. Алма-Ата: КазПТИ, 1988

13. Кулжабаев Н.М. Методология разработки учебных деловых игр //Материалы республиканской научно- методической конференции "Новые технологии обучения и контроля знаний студентов". Алматы, 1997.

14.Кулжабаев Н.М. Хисаров Б.Д. Руководство к лабораторным работам по курсу "Проектирование подсистем и звеньев АСУ". II-III. Алма-Ата: КазПТИ, 1980.

15.Кулжабаев Н., Никонов А.В. Деловая игра "Сбыт готовой продукции". Деловые игры в принятия управленческих решений: Учеб. пособие. Ч.III. М.. МИС и С, 1980.

16.Кулжабаев Н.М. Комплекс деловых игр для исследования механизмов функционирования производственной системы //Материалы VIII Всесоюзного семинара - совещания "Управление большими системами". Алма - Ата: КазПТИ, 1983.

17.Кулжабаев Н., Ловецкий С.Е.. Резер С.М. Распределение грузопотоков по видам транспорта и направлениям. Метод.указания к пров.деловых игр. М.: ВЗИИТ, 1979.

18.Кулжабаев Н., Салыкбаев Б.Г. Учебные имитационные игры на примере транспортных моделей //Тез. докл. Применение инженер. имитационных игр для моделирования деятельности коллектива. Вып.832. М.: МИИТ, 1990.

19.Кулжабаев Н. Описание моделей механизмов функционирования транспортных процессов //Управление, экономика, рынок. Алматы, 1995.

20.Кулжабаев Н. Описание моделей механизмов функционирования транспортных систем. Вестн. КазНТУ, №1 Алматы, 1996.

21.Кулжабаев Н Описание и исследование организационных механизмов транспортных систем //Материалы межвузовской научно- практической конференции "Управление большими системами". Москва, 1997.

22.Кулжабаев Н., Муханова Г.С. Организационные механизмы транспортных систем //Управление, экономика, рынок. Алматы, 1997.

23.Кулжабаев Н.М., Кулжабаев М.Н. Игровое имитационное моделирование управленческих решений в транспортной системе //Управление и рынок. Алматы, 1998.

24.Опойцев В.И. Равновесие и устойчивость в моделях коллективного поведения. М.: Наука, 1977.

25.Аратцев А.Е. Кулжабаев Н., Садыкбекова А.А. Реализация деловой игры на ЭВМ в режиме "автоматов" //Материалы VIII Всесоюзного семинара-совещания " Управление большими системами" . Алма-Ата, 1983.

26.Кулжабаев Н., Салыкбаев Б.Г. Комплекс деловых игр для моделирования управленческих решений в производственно-транспортной системе. Проблемы информационной технологии //Межвузовский сб. научн. трудов. Алма-Ата, 1992.

27.Кулжабаев Н. О концепциях конструирования деловых игр //Деловые игры, имитация производства и управление. Алматы, 1993.

28.Кулжабаев Н., Муханова Г.С., Уатаев К.Ш. Разработка автоматизированной имитационной игры //Материалы межвузовской научно- практической конференции "Управление большими системами". Москва, 1997.

29.Кулжабаев Н. М., Муханова Г.С., Уатаев К.Ш. Деловые игры для принятия управленческих решений //Материалы межвузовской научно- методической конференции "Новые технологии обучения и контроля знаний студентов". Алматы, 1997.

```
PRINT : PRINT,  « ДЕЛОВАЯ ИГРА» , , , , , , «СБЫТ»  :  PRINT : PRI : PRINT . PRINT . STOP
60 PRINT HEX  ( 03 )
70 PRINT « ВВОД ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ»
80 U=5
90 MAT  REDIM  B1(U) , R(U)
100 MAT   READ  R. READ B· MAT  READ  B1
110 M3=0
120 U=5   DATA  25, 25, 30, 30, 20, 85, 6, 8, 5, 7, 8
129 PRINT
130 INPUT « ВАРИАНТЫ  ЖЕСТКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ (О) ИЛИ СОГЛАСОВАННОЕ  УПРАВЛЕНИЕ  ( I )» , M3
PRINT
140 U=5 :  INPUT  « ВВЕДИТЕ КОЛИЧЕСТВО ПРЕДПРИЯТИЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ  ( ДО 6 )» ,  U  PRINT
150 MAT  REDIM  B1 (U), R (U)
160  PRINT « ИСТИННЫЕ  ПОТРЕБНОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ  ПРИ ДОСРОЧНОЙ  ПОСТАВКЕ » ,
170 MAT  INPUT  R:  PRINT
180 INPUT  «  ПРОИЗВОДСТВО ПРЕДПРИЯТИЯ - ПОСТАВЩИКА  К МОМЕНТУ  ДОСРОЧНОЙ ПОСТАВКИ  » ,  B
PRINT
190 PRINT  «  ВВОД  ИСТИННЫХ  ЗНАЧЕНИЙ  КОЭФФИЦИЕНТОВ  ПОТЕРЬ  ОТ ДЕФИЦИТА  ПРОДУКЦИИ  ПО
ПРЕДПРИЯТИЯМ »
200 D=0.  MAT  INPUT  B1. PRINT  HEX  ( 03 )  IF  M3 = 1 THEN 230. INPUT  «  ШТРАФ  ЗА НЕДОСТОВЕРНУЮ
ИНФОРМАЦИЮ » , D
210 PRINT
220 INPUT « НАДБАВКА К ЦЕНЕ ЗА СРОЧНОСТЬ ПОСТАВКИ » , M2 PRINT
230 N0=1   INPUT  « ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНАЯ ФОРМА УДОВЛЕТВОРЕНИЯ ЗАЯВОК  В СЛУЧАЕ ДЕФИНИТА. ПРИ
РАВНЫХ ИЗДЕРЖКАХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ - В ПОРЯДКЕ ПОСТУПЛЕНИЯ < 1 > ИЛИ  ПРОПОРЦИОНАЛЬНО
ВЕЛИЧИНАМ  ЗАЯВОК  < 2 >» , N0
235 PRINT
240 G=1   INPUT  « КОЛЛЕКТИВНАЯ ИГРА < 1 >, ИГРА С АВТОМАТОМ < 2  >,  ИСТИННЫЕ ПОТЕРИ
< 3 > » ,  G .  PRINT
250 IF G = 1 THEN 320   MAT  M= B1 . G4=1
260 B9 =B . FOR  I = 10 TO 1  STEP  -1   FOR K= 1 TO U   IF  M( K ) < > 1  THEN 280
270 B9 =B9-R( K ):  IF  B9 <=0 THEN 290
280 NEXT K  NEXT I
290 B9 = K
300 MAT  R7 = ZER   R7( 1 )= 1
310  PRINT   ЗА КАКИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ  ВЫ БУДЕТЕ ИГРАТЬ “ , MAT  INPUT  R 7·PRINT
320 INPUT  «  ЧИСЛО ИМИТИРУЕМЫХ МЕСЯЦЕВ ( ДО 36 ) », G1  PRINT
340PRINT  HEX,( 03 ) MAT R1 = ZER   MAT G5 = ZER . MAT M1 =CON
350MAT M=B1 · GOSUB   7 . CO=0  FOR I= 1 TO U  CO= CO+B1 ( I ) * ( R ( I ) - X ( I,1 )
R1( I) =( I,2 ) NEXT I: MAT  M=B1
360 FOR I=1 TO U  IF R7 ( I ) =0 THEN 370  NEXT I
370 I0=I-1   MAT G5=ZER
380 PRINT « НАЧАЛЬНЫЕ  ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОТЕРЬ » : MAT  INPUT  M
381 GOSUB   9  IF  E0=1  THEN  380
390 FOR G2=1  TO G1
400 PRINT  HEX  ( 03 )
410 IF G < > 1  THEN  420 .  GOTO 440
420 FOR  I= 1 TO  I0   I9=R7( I ).  M2( I9 )= M( I9 )   PRINT  ВАША ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ПО
ПРЕДПРИЯТИЮ » ,  I9  INPUT  M2 ( I9 )   M( I9 ) = M2 ( I9 )·  NEXT  I
425  GOSUB  ' 9 . IF  E0 = 1  THEN 420
430 GOTO 500
440 PRINT « ОЦЕНКИ  КОЭФФИЦИЕНТОВ  ПОТЕРЬ »
450  MAT  INPUT   M
460  GOSUB   9   IF  E0 = 1  THEN  440
500  GOSUB   7
530 A5= 0   FOR  I=1  TO  U    A5= A5+ X ( I, 1 )* B1( 1 )   NEXT  I
540 A4 =0 .  FOR I=1  TO  U    A4= A4+ ( R( I ) - X( I,1) * B1 ( I ) ·  NEXT I
550 PRINT   HEX ( 03 )
560 PRINT   «  МЕСЯЦ » ; G2 ;» ( ВСЕГО « G1,» ) »
570 IF  M3 = 1  THEN  580   PRINT  « ЖЕСТКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ »  . PRINT   GOTO 585
580 PRINT « СОГЛАСОВАННОЕ  УПРАВЛЕНИЕ »    PRINT
585  IF  N0=2   THEN  586  PRINT   PRINT « ЗАЯВКИ  УДОВЛЕТВОРЯЮТСЯ  В  ПОРЯДКЕ
ПОСТУПЛЕНИЯ »   GOTO  590
```

```
586 PRINT · PRINT « ПОСТАВКИ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЕ ЗАЯВКИ »
590 PRINT : PRINT «ПРЕДПРИЯТИЕ» , « ПОСТАВКА », « ЗАТРАТЫ », « СУММА»
605 FOR I=1 TO U
610 R4 ( I, G2 ) = X ( I,2 )
620 R8 ( I, G2 )=M( I )
630 PRINT USING 600, I, X( I,2 ), G5( I ) : NEXT I
660 R4 ( U+1 , G2 ) . E5=A4
670 PRINT «ПОТЕРИ ОТРАСЛИ СОСТАВЛЯЮТ » ; A4
680 PRINT « ШТРАФ» , A5
690 PRINT « НАДБАВКА К ЦЕНЕ ЗА СРОЧНОСТЬ СОСТАВЛЯЕТ » ; M2
695 R8 ( U+ 1 INPUT , G2 )= M2
700 G9 + 0 : « КОНЕЦ ИГРЫ ( 1 ) » , G9: IF G9=0 THEN 710 : GOTO 1130
710 IF G < > 2 THEN 1120
720 IF G = 2 THEN 1110
730 REM ABTOMAT
740 MAT M = B1
750 GOTO 1120
760 DEF FN '7
761 A1=0 . A2=11 FOR J = 1 TO U . IF A( 1 ) > M( J ) THEN 763
762 A1=M(J )
763 IF A2< M( J ) THEN 765
764 A2 = M( J )
765 NEXT J
766 ON NO GOTO 980 , 770
770 REM КАЖДОМУ СВОЙ СЛОН , ПУСТЬ ДАЖЕ МАЛЕНЬКИЙ !
780 B0 = B · MAT X = ZER
790 FOR I= A1 TO A2 STEP -1
800 Z0 , Z , Z1 = 0 · FOR J=I TO U
810 IF M( J ) < > I THEN 830
820 Z=Z+R( J ) . Z1= Z1+1. R2( Z1 ) = J
830 NEXT J : Z2 = 1. IF Z1= 0 THEN 950
840 IF Z(2) THEN 850 : Z0=1
850 IF Z ( 2 ) = B0 THEN 860 : Z2=B0/Z
860 IF Z1=1 THEN 870 . GOTO 890
870 K= R2(Z1)
880 X( K, 1) = Z2*R( K ) : B0=B0-X( K,1 ) GOTO 940
890 Z3=0 : FOR J=1 TO Z1 -1
900 K=R2( J ) · X( K,1 )=INT ( R(K)*Z2 )
910 Z3= Z3 + X (K,1) · NEXT J
920 K= R2(Z1)
930 X(K,1)=Z2*Z-Z3 · B0=B0-Z2*Z
940 IF B0=0 THEN 960
950 NEXT I
960 IF M3=0 THEN 970 : M2=M(K)
970 GOTO 1080
980 REM СЛОН ЛУЧШЕМУ
990 0=B : MAT X=ZER
1000 FOR I= A1 TO A2 STEP -1
1010 Z,Z1=0 FOR J=1 TO U
1020 IF M(J) <> I THEN 1050
1030 IF B0> R(J) THEN 1040 : X ( J,1) =B0 GOTO 1070
1040 X(J,1) =R(J) B0=B0-R(J) : IF B0=0 THEN 1070
1050 NEXT J
1060 NEXT I
1070 IF M3=0 THEN 1080 . M2=1
1080 E0=0 : FOR J=1 TO U E0=E0+M( J )*X(J,1) · NEXT J
1090 FOR I=1 TO U X(1,2)=M2*X(1,1) + B1(I)* ((R(I) - X(1,1))+D*ABS(B1(I) - M(I))* R( I ) . G5 (I)= G5(I) + X(I,2) .
NEXT I
1100 RETURN
1110 REM ABTOMAT GOSUB 11
1120 NEXT G2
1130 INPUT « ВЫВОД РЕЗУЛЬТАТОВ НА ПЛЮТТЕР » , W$
1140 IF W$= « ДА»
```

```
1150 INPUT «НОВЫЙ ТУР ИГРЫ», WS: IF  WS="ДА" THEN 130
1160 END
1170 REM ВЫВОД НА ПЛОТТЕР
1180 PLOT <I,,C>,<15,,S>,<,,R>
1190 R5$="——"
1200 FOR  I=1 TO U+1
1210 CONVERT  I  TO STR(R5$,1,1)
1211 IF I<U+1 THEN 1213· C9=C0· GOTO 1215
1213 C9=R1(I)
1215 CONVERT C ( TO STR (R5$,3,3)
1220 CONVERT C9-100 TO R9$
1230 PLOT (,,R),<,100*I,U)
1240 IF I<U+1 THEN 1250: PLOT <,100,U>
1250 PLOT <,,R5$>,<,-50,U>,<,,r9$>,<10,,u>,<-5,,d>,<,50,D>
1260 FOR J=2 TO G2. PLOT<10,,D>,<,5,D>,<,-5,D>· NEXT J.  G3=10* G2-10:
C8=R4(I,1)-C9 .PLOT <-G3,,5*C8,U
1270 FOR  J=2 TO G2: R8=R4(I,J)-R4(I,J-1)·PLOT <10,R8*.5,D>: NEXT J
1280 CONVERT  R4(I,G2) TO R6$   : PLOT<10,,U>,<,,R6$>
1290 NEXT I
1300 GOTO 1490
1310 DEF FN · 00
1320 IF M3<>0 THEN 1330  C1=0
1330 F=C1*X(I,1)+C2*(M2-B1(I)+C3)+D*R(I)* SGN(M(I) - B1(I)+ 1)
1340 RETURN
1350 REM АВТОМАТ
1360 DEF FN · 11 . C3=0
1370 FOR I=1 TO U
1380 Z=X(I,1)· IF Z=R(I) THEN 1400 : IF Z=0 THEN 1410
1390 REM ЧАСТИЧНАЯ ПОСТАВКА : C1=0 :C2=R(I)-Z: GOSUB ·00· Z1=F· C2=Z· GOSUB ·00 Z2=-F. GOTO 1
1400 REM ПОЛНАЯ ПОСТАВКА ·C1 ,C2=0· GOSUB · 00 Z1=F· C2=R(I): GOSUB · 00.
Z2=-F. GOTO 1420
1410 REM НЕПОСТАВКА  C1=0· C2=R(I)·C3=-1  GOSUB  00. Z1=F .C2=0 GOSUB · 00· Z2=-F
1420 IF Z1<0 THEN 1430  Z1=0
1430 IF Z2<0  THEN 1440  Z2=0
1440 M(I)=M(I)+SGN(Z2-Z1)
1450 IF M(I)<11 THEN 1460  M(I)=10
1460 IF M(I)>0  THEN 1470. M(I)=1
1470 NEXT I
1480 RETURN
1490 PLOT<I,,C>,<15,,S>,<,,R>
1500 R5$="——"
1510 STOP "ВЫВОД ГРАФИКОВ ОЦЕНОК СМЕНИТЕ БУМАГУ НА ПЛОТТЕРЕ"
1514 MAT  REDIM  B1(U+1)
1515 B1(U+1)=5
1520 FOR I=1 TO U+1
1530 CONVERT ПО STR(R5$,1,1), · CONVERT B1(I) TO STR (R5$,3,2)
1535 IF I<U+1 THEN 1540· STR(R5$,,1)="L" STR(R5$,3,2)="05"
1540 CONVERT B1(I)-1 TO B9$,
1550 PLOT<,,R>,<,100*I,U>,<,,R5$>,<,-10,U>,<,,R9$>,<10,,U>,<-5,,D>,<,10,D>
1560 FOR J=2 TO G2. PLOT<10,,D>,<,5,D>,<,-5,D>·NEXT J G3=10*G2-10 R8=R8(I,1)-B1(I)
1561 PLOT<-G3,10*R8,U>
1570 FOR J=2 TO G2  R8=R8(I,J)-R8(I,J-1) PLOT<10,R8*10,D>  NEXT J
1580 CONVERT R8(I,G2) TO R6$,· PLOT<10,,U>,<,,R6$>
1590 NEXT I
1600 PLOT<,,R>
1610 GOTO 1150
1620 DEF FN · 15 · INPUT «НОМЕР»  FOR  X=1  TO C1. PRINT R4(W,I);: NEXT I · RETURN
1630 DEF FN · 9 · E0=0  FOR X=1 TO U.  IF(W-1)*(W-10)  THEN 1640 · IF W<>INT(W) THEN 1640
NEXT E  GOTO 1650
1640 PRINT «НЕРАЗРЕШЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОЦЕНКИ. ПОВТОРИТЕ ВВОД». E0=1
1650 RETURN
```

МЕСЯЦ 1 (ВСЕГО 24) ЖЕСТКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ
ЗАЯВКИ УДОВЛЕТВОРЯЮТСЯ В ПОРЯДКЕ ПОСТУПЛЕНИЯ

ПРЕДПРИЯТИЯ	ПОСТАВКА	ЗАТРАТЫ	СУММА
1	25	137	137
2	25	100	100
3	0	150	150
4	15	165	165
5	20	80	80

ПОТЕРИ ПОСТАВЩИКА СОСТАВЛЯЮТ 255
ШТРАФ 0.5
НАДБАВКА К ЦЕНЕ ЗА СРОЧНОСТЬ СОСТАВЛЯЕТ 4

МЕСЯЦ 1 (ВСЕГО 24) ЖЕСТКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ
ЗАЯВКИ УДОВЛЕТВОРЯЮТСЯ В ПОРЯДКЕ ПОСТУПЛЕНИЯ

ПРЕДПРИЯТИЯ	ПОСТАВКА	ЗАТРАТЫ	СУММА
1	25	137	137
2	25	100	100
3	0	150	150
4	15	165	165
5	20	80	80

ПОТЕРИ ПОСТАВЩИКА СОСТАВЛЯЮТ 255
ШТРАФ 0.5
НАДБАВКА К ЦЕНЕ ЗА СРОЧНОСТЬ СОСТАВЛЯЕТ 4

МЕСЯЦ 1 (ВСЕГО 24) ЖЕСТКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ
ЗАЯВКИ УДОВЛЕТВОРЯЮТСЯ В ПОРЯДКЕ ПОСТУПЛЕНИЯ

ПРЕДПРИЯТИЯ	ПОСТАВКА	ЗАТРАТЫ	СУММА
1	25	137	137
2	25	100	100
3	0	150	150
4	15	165	165
5	20	80	80

ПОТЕРИ ПОСТАВЩИКА СОСТАВЛЯЮТ 255
ШТРАФ 0.5
НАДБАВКА К ЦЕНЕ ЗА СРОЧНОСТЬ СОСТАВЛЯЕТ 4

МЕСЯЦ 1 (ВСЕГО 24) СОГЛАСОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ЗАЯВКИ УДОВЛЕТВОРЯЮТСЯ В ПОРЯДКЕ ПОСТУПЛЕНИЯ

ПРЕДПРИЯТИЯ	ПОСТАВКА	ЗАТРАТЫ	СУММА
1	10	160	672
2	25	175	650
3	0	150	600
4	30	210	825
5	20	140	520

ПОТЕРИ ПОСТАВЩИКА СОСТАВЛЯЮТ 240
ШТРАФ 0
НАДБАВКА К ЦЕНЕ ЗА СРОЧНОСТЬ СОСТАВЛЯЕТ 7

МЕСЯЦ 1 (ВСЕГО 24) СОГЛАСОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ЗАЯВКИ УДОВЛЕТВОРЯЮТСЯ В ПОРЯДКЕ ПОСТУПЛЕНИЯ

ПРЕДПРИЯТИЯ	ПОСТАВКА	ЗАТРАТЫ	СУММА
1	10	160	672
2	25	175	650
3	0	150	600
4	30	210	825
5	20	140	520

ПОТЕРИ ПОСТАВЩИКА СОСТАВЛЯЮТ 240
ШТРАФ 0
НАДБАВКА К ЦЕНЕ ЗА СРОЧНОСТЬ СОСТАВЛЯЕТ 7

МЕСЯЦ 1 (ВСЕГО 24) СОГЛАСОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ЗАЯВКИ УДОВЛЕТВОРЯЮТСЯ В ПОРЯДКЕ ПОСТУПЛЕНИЯ

ПРЕДПРИЯТИЯ	ПОСТАВКА	ЗАТРАТЫ	СУММА
1	10	160	672
2	25	175	650
3	0	150	600
4	30	210	825
5	20	140	520

ПОТЕРИ ПОСТАВЩИКА СОСТАВЛЯЮТ 240
ШТРАФ 0
НАДБАВКА К ЦЕНЕ ЗА СРОЧНОСТЬ СОСТАВЛЯЕТ 7

1 -Я ПАРТИЯ

****

ДЕЛОВАЯ ИГРА "РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУЗОПОТОКОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ"

****

ЗАКОН УПРАВЛЕНИЯ : СОГЛАСОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

КОЛИЧЕСТВО ГРУЗА ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

B(1) = 50.0
B(2) = 45.0
B(3) = 60 0

ТАРИФЫ ЗА ПЕРЕВОЗКУ

Ц(1) = 7.0
Ц(2) = 6.0
Ц(3) = 7 0

N ИГРОКА	ПРОПУСКНАЯ СПОСОБН.	РЕАЛЬНЫЕ ПОТЕРИ	СТРАТЕГИЯ (ЗАЯВКИ)	ПЕРЕВОЗИМЫЙ ГРУЗ	ЦФ ИГРОКА	СУМ. ВЫИГР.
1	85.00	5.00	5.00	50.00	70.00	70.00
		5.00	6.00	0.00		
		5.00	7.00	35.00		
2	70 00	5.00	6 00	0.00	95.00	95.00
		5.00	6.00	45.00		
		5.00	7.00	25.00		

ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ ЦЕНТРА = 940.00

2 - Я ПАРТИЯ

****

ДЕЛОВАЯ ИГРА " РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУЗОПОТОКОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ"

****

ЗАКОН УПРАВЛЕНИЯ СОГЛАСОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

КОЛИЧЕСТВО ГРУЗА ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

B(1) = 50.0
B(2) = 45.0
B(3) = 60.0

ТАРИФЫ ЗА ПЕРЕВОЗКУ

Ц(1) = 6.0
Ц(2) = 7 0
Ц(3) = 8.0

N ИГРОКА	ПРОПУСКНАЯ СПОСОБН	РЕАЛЬНЫЕ ПОТЕРИ	СТРАТЕГИЯ (ЗАЯВКИ)	ПЕРЕВОЗИМЫЙ ГРУЗ	ЦФ ИГРОКА	СУММАР. ВЫИГР.
1	85.00	5.00	6.00	50.00	120.00	420 00
		5.00	7.00	35.00		
		5.00	8.00	0.00		
2	70.00	5.00	5.00	0.00	200.00	435.00
		5.00	7.00	10.00		
		5.00	6.00	60.00		

ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ ЦЕНТРА = 955.00

1 - ПАРТИЯ

****

ДЕЛОВАЯ ИГРА «Распределение ресурсов»

****

ЗАКОН УПРАВЛЕНИЯ : ЖЕСТКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ
ИГРА В РЕЖИМЕ АВТОМАТОВ
НОМЕРА АВТОМАТОВ 3-е
СТРАТЕГИЯ АВТОМАТА : ПОИСК В (SMIN . SMAX)

N ИГРОКА	КОЭФФ. ЭФ-ТИ	СТРАТЕГИЯ	ПЛАН	ЦФ.ИГРОКА	СУМ. ВЫИГР.
1	5.000	5.000	11.450	12.339	12.339
2	5.000	5.000	11.450	12.339	12.339
A	5.000	9.000	37.099	15.615	15.615

ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ ЦЕНТРА = 64.293
Ц Е Н А = 0.400

2 - ПАРТИЯ

****

ДЕЛОВАЯ ИГРА «Распределение ресурсов»

****

ЗАКОН УПРАВЛЕНИЯ : ЖЕСТКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ
ИГРА В РЕЖИМЕ АВТОМАТОВ
НОМЕРА АВТОМАТОВ 3-е
СТРАТЕГИЯ АВТОМАТА : ПОИСК В (SMIN . SMAX)

N ИГРОКА	КОЭФФ. ЭФ-ТИ	СТРАТЕГИЯ	ПЛАН	ЦФ.ИГРОКА	СУМ. ВЫИГР.
1	5000	6000	10.909	12.151	24.490
2	5000	9000	24.545	14.954	27 293
A	5000	9000	24.545	14.954	30.568

ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ ЦЕНТРА = 66.058
Ц Е Н А = 0.400

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.. 3

1.Методология конструирования автоматизированных имитационных игр..... 5

1.1. О существующих концепциях разработки имитационных игр..... 5

1.2. Методология разработки имитационных игр.... ... .13

1 3. Реализация игры на ЭВМ..... 20

2. Деловая игра "Сбыт".... 23

2.1. Описание моделируемой ситуации..... 23

2.2. Описание модели игры..... 25

2.3. Предварительный анализ игры..... 26

2 4 Выбор и назначение исходных данных 28

2.5. Порядок реализации игры на ЭВМ..... 29

2.6. Организация и проведение игры..... . . .. .31

2 7. Реализация игры в режиме "автоматов" 33

2.8. Обсуждение результатов игры 35

3 . Деловая игра "Распределение грузопотоков по видам транспорта"...51

3.1. Содержательное описание игры 51

3.2. Описание модели игры..... 53

3.3 Предварительный анализ игры..... 55

3 4 Описание линейной модели игры 56

3.5 Порядок организации и проведения игры..... 59

3.6. Обсуждение результатов игры 67

4. Деловая игра "Распределение грузопотоков по направлениям".. 74

4.1. Содержательное описание игры.. .... .74

4 2 Организация и проведение игры..... 77

4.3. Обсуждение результатов игры. 84

5. Деловая игра "Распределение ресурсов в режиме "автоматов"".. . 90

5.1 Стратегии "автоматов"..... 90

5.2. Постановка задачи игры..... 93

5.3. Описание модели игры..... 94

5.4. Организация и проведение игры.. 96

5.5 Обсуждение результатов игры при различных стратегиях "автомата"..... . 98

Заключение..... .... .119

Библиографический список..... 121

Приложения..... 124

Учебное издание

Кулжабаев Насанбадрядден Мубаракович

Учебные деловые игры

Учебное пособие

Зав.РИО З.А.Губайдулина

Редактор С.Н.Яниева

Техн.редактор С.П.Полтавец

Подписано в печать 29 апреля 1999 г.

Тираж 500 экз. Формат 60x84 1/16.

Бумага типографская №1. Объем 6 уч.изд.л. Заказ №

Издание Казахского национального технического университета

Печатно-множительный участок КазНТУ, Алматы, Сатпаева, 22