РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова

Бурков В.Н., Джавахадзе Г.С., Динова Н.И., Щепкин Д.А.

Применение игрового имитационного моделирования для оценки эффективности экономических механизмов.

Москва - 2002

УДК 65.012
ББК 32.81

Бурков В.Н., Джавахадзе Г.С., Динова Н.И., Щепкин Д.А. Применение игрового имитационного моделирования для оценки эффективности экономических механизмов**.** М.: ИПУ РАН, 2003. – 51 с.

Настоящая работа содержит описание процедур построения имитационных игр для оценки эффективности экономических механизмов. Значительное внимание уделяется оценки эффективности механизмов распределения централизованных средств.

Работа рассчитана на специалистов (теоретиков и практиков) по управлению организационными системами.

Рецензент: д.т.н., проф. Д.А. Новиков

Утверждено к печати Редакционным советом Института

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

В условиях структурной перестройки народного хозяйства, при образовании объектов хозяйственной деятельности на принципиально иной основе, формировании новых хозяйственных отношений возрастают требования к повышению эффективности управления экономикой. В ряду проблем повышения эффективности управления хозяйственной деятельностью важную роль играют проблемы разработки теоретических основ и методологии моделирования сложных социальных и экономических систем.

Теория, в рамках которой ведется разработка эффективных механизмов функционирования социальных и экономических систем с учетом человеческого фактора, возникла в конце 60-х годов и получила название теории активных систем. Теоретические и экспериментальные исследования механизмов функционирования, связанные между собой обеспечивают большую эффективность решения задач управления, повышают обоснованность полученных результатов. В то же время, несмотря на большое число публикаций, связанных с исследованием функционирования активных систем, наблюдается очевидный недостаток работ, объединяющих теоретические и экспериментальные разработки в единый исследовательский комплекс.

Важность разработки методов моделирования, позволяющих проводить теоретические и экспериментальные исследования обусловлена тем, что практически ни одна работа, связанная с внедрением теоретических результатов, не обходится без экспериментальной проверки. Во-первых, это связано с тем, что задачи, получающиеся при разработке организационных механизмов являются довольно сложными в математическом отношении и не имеют, во всяком случае в настоящее время, общих методов решения. А во-вторых, в основе оценки эффективности организационных механизмов лежит понятие решения игры, представляющее собой определенную формализацию гипотез о поведении людей в системе. Подтвердить или опровергнуть гипотезу можно после ее экспериментальной проверки.

Метод имитационных игр и имитационное моделирование дают возможность проводить экспериментальные исследования моделей организационных систем. Они широко применяются в настоящее время в процессе принятия экономических решений как инструмент исследования и обоснования проектов организационных механизмов. Кроме того, имитационные игры хорошо зарекомендовали себя как эффективное средство активного обучения деятельности аппарата управления в условиях нового механизма.

1. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ – МЕТОД ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.

Экспериментальный метод исследований в таких науках как физика, химия, биология широко известен. К настоящему времени в этих науках уже накоплен огромный опыт по организации экспериментов. В распоряжении экспериментаторов имеются тщательно разработанные и прошедшие проверку на практике принципы планирования эксперимента и методы обработки результатов эксперимента. В области управления сложными организационными системами, к которым и относятся вопросы разработки экономических механизмов обеспечения безопасности от природных и техногенных катастроф, подобного опыта применения экспериментов не существует, хотя проведение различных учений и тренировок персонала для приобретения навыков работы в новых условиях практикуется уже довольно давно.

В первую очередь, сюда можно отнести всевозможные военные учения и маневры [1]. Для их проведения создавались соответствующие ситуации, которые в той или иной степени отражали будущую боевую обстановку. В этих искусственно созданных ситуациях участники учений и маневров осваивали приемы боя, приобретали опыт ведения боевых действий.

Аналогичным путем шло развитие аварийных игр [2,3], в которых участники отрабатывали свои действия в случае возникновения нештатных ситуаций на промышленных предприятиях.

Следующим шагом в развитии игрового моделирования в военной области стала организация и проведение штабных учений. При организации штабных учений или штабных игр широко применялись модели, разработанные с помощью карт и планов, которые являются удобным средством моделирования. Таким образом, военные игры, с одной стороны, предназначены для обучения военнослужащих оперативному реагированию на внезапно возникающие и быстро меняющиеся ситуации, а с другой стороны, для приобретения навыков разработки и реализации крупномасштабных операций.

Расширение области применения военных игр, в конечном счете, привело к тому, что военная проблематика стала захватывать и чисто экономические вопросы. Так, в 1955 году сотрудниками американской фирмы " Ренд корпорейшен" была разработана первая игра с применением ЭВМ. Цель игры заключалась в ознакомлении и обучении офицеров службы материально-технического обеспечения американского военно-воздушного флота вопросам управления снабжением запасными частями военно-воздушных баз США.

В 1956 г. представители American Management Association (АМА) изучили опыт военных игр и разработали имитационную игру, моделирующую процесс принятия решений высшим руководством фирмы [4].

Бурное развитие вычислительной техники, а особенно, средств моделирования, привело к тому, что применение игровых математических моделей для решения стратегических, экономических, финансовых и других задач получило широкое распространение.

Эффективным средством проверки свойств экономических механизмов является метод деловых имитационных игр [5,6].

Применение игрового имитационного моделирования при разработке экономических механизмов обеспечения безопасности позволяет осуществлять экспериментальную проверку теоретических результатов и практических предложений по созданию новых экономических механизмов и для совершенствования существующих экономических регуляторов. Кроме того, игровой подход позволяет практическим работникам получить определенное представление о новых экономических механизмах и приобрести некоторый опыт их применения. Следовательно, игровое имитационное моделирование можно рассматривать и как метод экспериментального исследования и как инструмент для обучения.

При проведении имитационной игры исследуется функционирование организационной системы в течение определенного периода времени. В игровой интерпретации отдельный период функционирования организационной системы рассматривается как одна партия, при этом предполагается, что механизм функционирования определен и не меняется при переходе от одного периода функционирования к другому.

При проведении имитационных игр, функции активных элементов, связанные с принятием решений выполняют игроки. Каждая партия имитационной игры, как и большинство игр, связанных с анализом экономических механизмов проводится в три этапа.

1. *Этап сбора данных*.
2. *Этап планирования*.
3. *Этап реализации*.

На этапе сбора данных ведущему игры сообщается запрашиваемая информация, на этапе планирования на основе полученной информации формируется управленческое решение и, наконец, на этапе реализации определяется значение целевых функций игроков (выигрыш).

Отметим здесь важное направление, связанное с применением имитационных игр, как в исследовательских целях, так и в целях обучения. Это игры с участием автоматов (artificial players or robots). В таких играх часть участников игры заменяются автоматами (под автоматом понимается специальная программа, в которой реализован алгоритм гипотезы поведения лица, принимающего решения) с формализованными процедурами принятия решений. Можно утверждать, что замена реального игрока на искусственно-го представляет собой попытку построить модель поведения человека. Эта модель включает в себя основные параметры, характеризующие индивидов, и, прежде всего, мотивы экономической активности, ее цели и средства достижения этих целей.

Естественно, что имитация многообразия человеческой личности, ее неповторимой индивидуальности, разнообразных мотивов ее деятельности - задача в полном объеме практически неразрешима. Однако, в данном случае проблема значительно упрощается, так как формализуется главным образом то, что объясняет экономическое поведение людей в различных хозяйственных ситуациях.

По мнению авторов [7], среди многочисленных подходов к моделированию экономического поведения человека условно можно выделить несколько основных направлений. В первом направлении экономическое поведение людей в рамках модели "человека экономического" или "homo economicus" предполагает использование постулата о рациональном поведении человека. В его основе лежит стремление индивидуума получить максимальный результат при минимальных затратах в условиях ограниченности используемых возможностей и ресурсов. Модели человека, в рамках второго направления включают в себя стремление не только к материальным благам, но и определенные элементы психологического характера - милосердие, цели, связанные с традициями, соображениями престижа, использованием свободного времени и т.д. Для третьего направления характерно изменение мотивации деятельности в направлении возрастания значения тех или иных составляющих, которые обеспечивают реализацию не столько материальных, сколько духовных потребностей личности.

Анализируя перечисленные направления моделирования экономического поведения человека авторы [7] заключают, что стремление человека минимизировать свои затраты и максимизировать выгоду явно просматривается во всех подходах к моделированию человеческой деятельности. Отсюда они делают вывод, что принцип рационального экономического поведения является универсальным экономическим принципом при моделировании "человека экономического". И именно этот принцип положен в основу формальных моделей процедур принятия решений в алгоритмах поведения автоматов.

Необходимость проведения игр с автоматами проявляется в тех случаях, когда необходимо провести исследование функционирования организационной системы с большим числом элементов (проведение соответствующей игры с большим числом участников нереально).

Игры с автоматами весьма близки к имитационному моделированию. В предельном случае, когда все участники заменены автоматами, то в результате получается игра автоматов, что соответствует имитационной модели организации. Такие игры применяются в случаях, когда необходимо провести значительное число партий для исследования динамики игры или для получения статистически значимой оценки результатов. Это связано с тем, что "быстродействие" имитационной игры принципиально ограничено временем принятия решения человеком (порядка одной минуты в простейших играх). И именно время принятия решения человеком ограничивает и продолжительность одной партии (2-3 минуты в простейших играх). Игры автоматов позволяют сократить продолжительность одной партии до долей секунды.

Автоматы, используемые в игровых моделях для анализа функционирования активных систем, программируются на основании некоторых гипотез о поведении людей в моделируемой ситуации. Сами гипотезы формируются на основе анализа стратегий реальных игроков в имитационной игре и эти гипотезы можно, в свою очередь, проверить при проведении имитационной игры.

Алгоритм выбора решений автоматом, который используется во многих имитационных играх, основывается на аксиоме индикаторного поведения [8].

Если считать, что в каждой партии выбор s_i i-*м* игроком определяет его движение в сторону его цели, то процедура, реализующая аксиому индикаторного поведения, может быть представлена в виде

$$\begin{aligned} s_i^{k+1} &= s_i^k + g_i^k\left(\tilde{s}_i^k - s_i^k\right), \\ g_i^k &\in [0;1] \end{aligned} \tag{1.1}$$

где s_i^{k+1} - состояние i-*го* автомата в $k+1$-*й* партии игры, $\tilde{s}_i^k$ - положение цели i-*го* автомата в k-*й* партии. Другими словами, это то состояние, которое обеспечивает i-*му* автомату максимальное или минимальное значение его целевой функции в k-*й* партии игры. Значение g_i^k определяет величину шага в сторону цели. Конкретное значение g_i^k может зависеть от времени, текущего состояния и некоторых других факторов, внешних по отношению к модели. В играх, где используются автоматы с индикаторным поведением, настройка автоматов заключается в выборе процедуры изменения g_i^k от партии к партии. Но основная сложность при реализации алгоритма индикаторного поведения заключается в определении положения цели $\tilde{s}_i^k$. Это связано с тем, что в общем случае при проведении игры отдельный участник не имеет точной информации о поведении каждого из остальных игроков. Однако, во многих случаях каждый игрок, опираясь на собственную информацию, сообщенную в Центр, знание закона управления и полученный выигрыш может восстановить агрегат стратегий своих соперников по игре.

Ниже приводится описание игровых экспериментов и результаты, полученные после проведения имитационных игр для анализа механизмов финансирования инвестиционных программ отраслевого развития [9].

2. *ИМИТАЦИОННАЯ ИГРА "ЭКСПЕРТИЗА".*

Во всех механизмах финансирования инвестиционных программ отраслевого развития экспертная комиссия определяет ожидаемый эффект $Э_i$ от *i-го* приоритетного направления в случае его финансирования в полном объеме. То есть оценка ожидаемого эффекта от приоритетного направления основана на экспертном суждении.

Экспертиза - это метод решения задач, основанный на использовании суждений специалистов (экспертов). Этот метод характеризуется следующими положениями: в решении участвует группа экспертов; решение базируется на опыте и интуиции экспертов; решение формируется в виде коллективного экспертного суждения, получаемого на основе агрегирования индивидуальных суждений экспертов.

Экспертные суждения, выраженные в количественной форме или по своему характеру интерпретируемые как оценочные, называются экспертными оценками.

Выявление индивидуальных экспертных суждений называется экспертным опросом. Результат экспертизы или итоговая экспертная оценка существенным образом зависит от механизма (процедуры) формирования итоговой экспертной оценки.

Рассматриваемая имитационная игра позволяет оценить различные процедуры формирования итоговой экспертной оценки, а также квалифицировать подготовку и добросовестность экспертов, оценивающих ожидаемый эффект.

Решения, принимаемые в процессе управления социально-экономическими системами, имеют, как правило, дискретный характер: разрешить-запретить, усилить-ослабить и т.п. Это обстоятельство позволяет строить систему комплексного оценивания, используя в качестве основы укрупненные качественные показатели с небольшим количеством оценочных градаций (например 4). Такой подход позволяет для оценки исходных данных широко использовать экспертные методы, вводить достаточно простые правила агрегации для формирования обобщенного показателя.

Участники игры - это эксперты, перед которыми стоит задача оценить существующий ожидаемый эффект. В идеальном случае, каждый эксперт в соответствии со своим представлением что такое "хорошо" и что такое "плохо", сообщает свое мнение о приоритетном направлении, причем говорит то, что он искренне думает. В этом случае, при достаточно большом числе экспертов итоговое мнение достаточно объективно. Однако довольно часто эксперты заинтересованы в результатах экспертизы, другими словами, каждый эксперт заинтересован в том, чтобы итоговая оценка была как можно ближе к его субъективному мнению.

Таким образом, предполагается, что для каждого эксперта существует собственная истинная оценка эффекта, а оценка, которую высказывает эксперт при проведении экспертизы может существенно отличаться от его истинной оценки.

В игре моделируется функционирование организационной системы, состоящей из игроков-экспертов и Центра - организатора экспертизы. Центр организует экспертизу некоторого приоритетного направления и заинтересован получить наиболее точную экспертную оценку эффекта. Игроки-эксперты заинтересованы, как уже говорилось выше, получить экспертную оценку, близкую к собственной истинной оценке. В игре анализируются различные процедуры формирования итоговой экспертной оценки.

Цель игры заключается в том, чтобы проиллюстрировать существующие процедуры формирования итоговой экспертной оценки: среднее арифметическое всех оценок экспертов, среднее арифметическое без максимальной оценки, среднее арифметическое без минимальной оценки, среднее арифметическое без минимальной и максимальной оценки, среднее геометрическое, среднее квадратическое и, неманипулируемые процедуры оценивания. Выяснить особенности каждой процедуры свертки. Выбрать наиболее подходящую процедуру, т.е. процедуру, обеспечивающую наименьшее отклонение полученной итоговой экспертной оценки от объективного итогового мнения.

В данной игре роль Центра сводится к выбору такой процедуры формирования итоговой экспертной оценки, которая дает наиболее объективную информацию об оцениваемом проекте.

Задача экспертов заключается в выборе такой стратегии поведения, то есть сообщать о приоритетном направлении такие оценки, чтобы полученная на основе процедуры свертки итоговая экспертная оценка объекта как можно больше соответствовала его субъективному мнению.

Введем следующие обозначения:

n количество игроков-экспертов;

r_i истинная оценка эффекта приоритетного направления для i*-го* эксперта;

s_i оценка, которую дает i*-й* эксперт при проведении экспертизы;

$s \in [d;D]$, где d и D соответственно, нижняя и верхняя границы оценки;

x результирующая экспертная оценка эффекта приоритетного направления.

Будем предполагать, что результирующая оценка определяется на основе некоторой функции свертки $p(s)$, то есть x определяется как $x=p(s)$.

Тогда целевая функция игрока записывается в виде

$$f_i = |p(s) - r_i|$$

Его задача минимизировать эту функцию.

В игре моделируется несколько функций свертки.

а) Среднее арифметическое всех оценок экспертов

$$p_i(s) = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} s_i$$

б) Среднее геометрическое

$$p_i(s) = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^{n} s_i}$$

в) Среднее квадратическое

$$p_i(s) = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} s_j^2}$$

В игру, для увеличения числа экспертов, могут быть подключены автоматы. Один из алгоритмов, используемых для автоматов, реализует гипотезу индикаторного поведения игрока, описанную выше.

Прежде чем приступить к проведению игры, желательно выяснить условия существования ситуации равновесия. Для определенности, в качестве решения игры будем рассматривать ситуацию равновесия Нэша, т.е. ситуацию s_i^*, такую, что

$$\left|p(s_i^*) - r_i\right| = \min_{z\in[d,D]}\left|p(s_{j\neq i}, z) - r_i\right|,\ i=1,\ldots,n.$$

Подробный анализ этой проблемы проведен в [10].

Кроме трех предложенных процедур формирования результирующей оценки при проведении экспертизы могут использоваться еще три процедуры

г) Среднее арифметическое без максимальной оценки

$$p_i(s) = \frac{1}{n-k}\left(\sum_{j=1}^{n} s_j - k\max_i s_i\right)$$

где k - количество экспертов, дающих максимальную оценку. Если $s_j = \max \tilde{s}$ для любого $j=1,...,n$, то $p(s) = \tilde{s}$.

д) Среднее арифметическое без минимальной оценки

$$p_i(s) = \frac{1}{n-m}\left(\sum_{j=1}^{n} s_j - m \min_i s_i\right)$$

где m - количество экспертов, давших минимальную оценку (если $s_j = \max \tilde{s}$ для любого $j=1,...,n$, то $p(s) = \tilde{s}$).

е) Среднее арифметическое без максимальной и минимальной оценки

$$p_i(s) = \frac{1}{n-k-m}\left(\sum_{j=1}^{n} s_j - k \max_i s_i - m \min_i s_i\right)$$

Если $\kappa+m=n$, то итоговая оценка формируется как среднее арифметическое всех экспертов.

Ситуации равновесия по Нэшу здесь в общем случае не существует, однако, проведение деловой игры позволяет выявить некоторые рациональные стратегии поведения экспертов.

Вообще говоря, в игре можно проверить любые процедуры по желанию участников игры.

Каждый участник игры выполняет роль эксперта. Ведущий выполняет роль Центра, который организовал экспертизу уровня безопасности региона. В начале игры участники знакомятся с исходной информацией. Им сообщается значение их субъективной оценки уровня безопасности r и границы шкалы изменения оценок d и D.

В зависимости от целей, стоящей перед игрой, участникам игры сообщаются процедуры формирования результирующей оценки x, или же наоборот сохраняет ее в тайне. Каждая партия игры осуществляется в три этапа.

На первом этапе-этапе формирования данных участники игры сообщают ведущему или вводят в компьютер свои оценки уровня безопасности.

На втором этапе Центр, на основе полученных оценок, используя одну наперед выбранную процедуру свертки, определяет итоговую оценку и сообщает ее всем игрокам-экспертам.

На третьем этапе игроки сравнивают итоговую оценку со своей истинной оценкой и определяют значение своей целевой функции. Победителем в этой партии игры считается тот игрок, целевая функция которого принимает минимальное значение.

В следующей партии повторяются все три этапа. Партии игры проводятся до тех пор, пока участники игры не выйдут на некоторые устойчивые (повторяющиеся) стратегии. Победителем считается тот участник игры, который в сумме по проведенным партиям получил наименьшее суммарное значение своей целевой функции.

Результаты проведения игры.

Количество участников игры-5.

Диапазон изменения оценок от 1 до 10.

Истинные значения субъективных оценок

r_1=3; r_2=4; r_3=5; r_4=6; r_5=7;

Функция свертки - *среднее арифметическое всех оценок.*

Партия № 1

№	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*
s	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
p(s)	*5*				
f	*2*	*1*	*0*	*1*	*2*

Партия № 2

№	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*
s	*1*	*2*	*5*	*7*	*10*
p(s)	*5*				
f	*2*	*1*	*0*	*1*	*2*

Партия № 3

№	1	2	3	4	5
s	1	1	5	10	10
p(s)	5,4				
f	2,4	1,4	0,4	0,6	1,6

Партия № 4

№	1	2	3	4	5
s	1	1	4,5	10	10
p(s)	5,3				
f	2,3	1,3	0,3	0,7	1,7

Партия № 5

№	1	2	3	4	5
s	1	1	4	10	10
p(s)	5,2				
f	2,2	1,2	0,2	0,8	1,8

Партия № 6

№	1	2	3	4	5
s	1	1	3	10	10
p(s)	5				
f	2	1	0	0	1

Итоговая таблица по 6 партиям

№	1	2	3	4	5
S_{cp}	1,33	1,67	4,42	8,83	9,5
$p(s)_{cp}$	5,15				
f_{cp}	2,15	1,15	0,15	0,85	1,85

s_{cp} - здесь среднее арифметическое по партиям.

Как правило, первые несколько партий идет адаптация участников к условиям игры. Поэтому первые партии целесообразно рассматривать как подготовительные. А результаты подводить по последним партиям.

Итоговая таблица по 3 последним партиям.

№	1	2	3	4	5
S_{cp}	1	1	3,83	10	10
$p(s)_{cp}$	5,17				
f_{cp}	2,17	1,17	0,17	0,83	1,83

Функция свертки - среднее геометрическое всех оценок.

Партия № 1

№	1	2	3	4	5
s	3	4	5	6	7
p(s)	4,79				
f	1,79	0,79	0,21	1,21	2,21

Партия № 2

№	1	2	3	4	5
s	1	3	5,5	7	9
p(s)	4,01				
f	1,01	1,01	0,99	1,99	2,99

Партия № 3

№	1	2	3	4	5
s	1	2,8	7	9	10
p(s)	4,46				
f	1,46	0,46	0,54	0,54	2,54

Партия № 4

№	1	2	3	4	5
s	1	2	8	10	10
p(s)	4,37				
f	1,37	0,37	0,63	1,63	2,63

Партия № 5

№	1	2	3	4	5
s	1	1	9	10	10
p(s)	3,9				
f	0,9	0,1	1,1	2,1	3,1

Партия № 6

№	1	2	3	4	5
s	2	1,2	10	10	10
p(s)	4,74				
f	1,74	0,74	0,26	1,26	2,26

Партия № 7

№	1	2	3	4	5
s	1	1	10	10	10
p(s)	3,98				
f	0,98	0,02	1,02	2,02	3,02

Партия № 8

№	1	2	3	4	5
s	2	1,1	10	10	10
p(s)	4,66				
f	1,66	0,66	0,34	1,34	2,34

Итоговая таблица по 8 партиям

№	1	2	3	4	5
S_{cp}	1,15	1,75	7,81	8,85	9,44
$p(s)_{cp}$	4,2				
f_{cp}	1,2	0,2	0,8	1,8	2,8

s_{cp} -здесь среднее геометрическое по партиям.

Итоговая таблица по 4 последним партиям.

№	1	2	3	4	5
S_{cp}	1	1,07	9,74	10	10
$p(s)_{cp}$	4,16				
f_{cp}	1,16	0,16	0,84	1,84	2,84

Функция свертки - среднее квадратическое всех оценок.

Партия № 1

№	1	2	3	4	5
s	3	4	5	6	7
p(s)	5,2				
f	2,2	1,2	0,2	0,8	1,8

Партия № 2

№	1	2	3	4	5
s	1	3	4,5	7	9
p(s)	5,66				
f	2,66	1,66	0,66	0,34	1,34

Партия № 3

№	1	2	3	4	5
s	1	1	3	8	10
p(s)	5,92				
f	2,92	1,92	0,92	0,08	1,08

Партия № 4

№	1	2	3	4	5
s	1	1	1	10	10
p(s)	6,37				
f	3,37	2,37	1,37	0,37	0,63

Партия № 5

№	1	2	3	4	5
s	*1*	*1*	*1*	*9*	*10*
p(s)	*6,07*				
f	*3,07*	*2,07*	*1,07*	*0,07*	*0,93*

Партия № 6

№	1	2	3	4	5
s	*1*	*1*	*1*	*8,8*	*10*
p(s)	*6,01*				
f	*3,01*	*2,01*	*1,01*	*1,01*	*0,99*

Итоговая таблица по 6 партиям

№	1	2	3	4	5
S_{cp}	*1,53*	*2,2*	*3,09*	*8,24*	*9,4*
$p(s)_{cp}$	*5,88*				
f_{cp}	*2,88*	*1,88*	*0,88*	*0,12*	*1,12*

s_{cp}, -здесь среднее квадратическое по партиям.

Итоговая таблица по 3 последним партиям.

№	1	2	3	4	5
S_{cp}	*1*	*1*	*1*	*9,28*	*10*
$p(s)_{cp}$	*6,15*				
f_{cp}	*3,15*	*2,15*	*1,15*	*0,15*	*0,85*

Проведя таким образом серию имитационных игр с различными вариантами сверток экспертных оценок можно получить определенное представление о составе экспертной комиссии. А из полученной при проведении игры информации сделать вывод какую функции свертки целесообразно использовать в данной ситуации.

3. *ИМИТАЦИОННАЯ ИГРА «МЕХАНИЗМЫ АБСОЛЮТНЫХ ПРИОРИТЕТОВ»*

Обозначим s_i - объем финансирования, рекомендованный *i-ой* комиссией (*i-м* игроком), $S = \sum_{i=1}^{n} s_i$ - общий объем требуемого финансирования (n - число приоритетных направлений), R - выделенный объем средств. Проблема для центральной комиссии (Центра) возникает в случае, когда $S > R$, то есть выделенных средств не хватает. В этом случае применяются различные правила принятия согласованного решения. Обозначим h_i - степень приоритетности *i-го* направления. Если степени приоритетности определены, то согласованное распределение финансовых ресурсов вычисляется по формулам

$$x_i = min(s_i; gh_i), \tag{3.1}$$

где параметр γ определяется из уравнения

$$\sum_{i=1}^{n} \min(s_i; gh_i) = R .$$

При действии механизмов абсолютных приоритетов Центр определяет ожидаемый эффект $Э_i$ от *i-го* приоритетного направления в случае его финансирования в полном объеме. Таким образом, механизмы абсолютных приоритетов реализуют принцип распределения финансовых ресурсов пропорционально ожидаемым эффектам от направлений (при их достаточном финансировании), то есть $h_i = Э_i$.

Пусть r_i – достоверная оценка финансирования *i-го* приоритетного направления.

В игре предполагается, что объем финансирования *i-го* приоритетного направления x_i определяется выражением (3.1).

Естественно предположить, что каждая экспертная комиссия по направлению стремится объем финансирования. Поэтому, целевой функцией игроков является полученных финансовых средств.

На этапе сбора данных каждый игрок сообщает ведущему игры (в Центр) информацию о запрашиваемом объеме финансирования. Считается, что Центру известны только границы возможных значений r_i Î $[d_i,D_i]$, $i=1,...,n$. Поэтому игроки, зная процедуру формирования объемов финансирования x_i, сообщают в Центр такие заявки на финансирование s_i, позволяющие, по их мнению, увеличить им значение своей целевой функции.

На этапе планирования, ведущий сначала определяет значения k, такое что

$$\sum_{i=1}^{k} s_i + g_k \sum_{i=k+1}^{n} h_i \le R,$$

$$\sum_{i=1}^{k+1} s_i + g_{k+1} \sum_{i=k+2}^{n} h_i > R.$$

После этого величина γ определяется выражением

$$g = \frac{R - \sum_{i=1}^{k} s_i}{\sum_{i=k+1}^{n} h_i}.$$

И, наконец, в соответствии с выражениями (3.1) определяются значения объемов финансирования

На этапе реализации игроки подсчитывают значения своих целевых функций.

На этом партия игры завершается, и игроки переходят к следующей партии, то есть опять сообщают ведущему заявки на финансирование, ведущий формирует плановые объемы выделяемых средств, и игроки подсчитывают значения своих целевых функций и т.д.

Игра заканчивается, когда стратегии игроков сходятся в некоторые равновесные ситуации (в частности ситуация равновесия по Нэшу [10]). По стратегиям игроков в равновесной ситуации можно судить об эффективности исследуемого экономического механизма. Победителем считается тот игрок, у которого суммарное значение целевой функции за все партии игры оказалось наибольшим.

В приведенных ниже результатах игрового эксперимента участвовали четверо игроков ($n=4$). Ожидаемый эффект от каждого направления равнялся $Э_1=11$, $Э_2=10$, $Э_3=10$, $Э_4=11$. Достоверная оценка финансирования каждого приоритетного направления составляла $r_1=180$, $r_2=190$, $r_3=200$, $r_4=210$. И, наконец, объем средств, распределяемых Центром, был равен $R=685$.

Стратегия игроков, представлена на графике, изображенном на рис. 3.1.

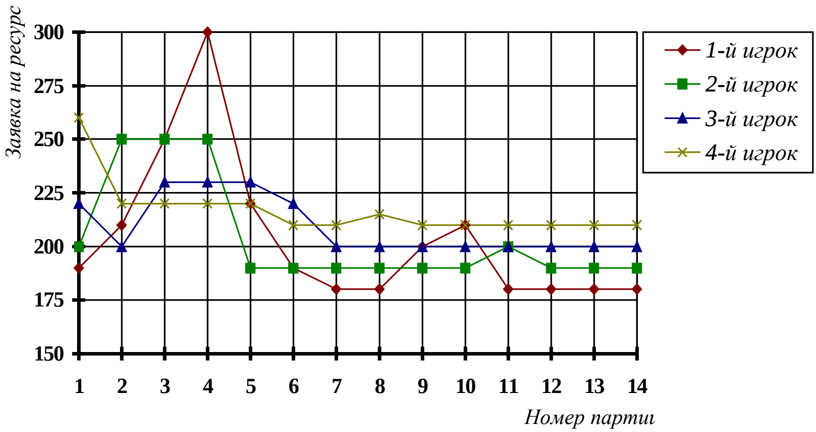

Рис. 3.1.

Из приведенного графика следует, что за одиннадцать партий стратегии игроков сошлись в равновесную ситуацию $s_1^*=180$, $s_2^*=190$, $s_3^*=200$, $s_4^*=210$, то есть в ситуации равновесия игрокам, при благожелательном отношении к Центру выгодно сообщать достоверную информацию о требуемых объемах финансирования приоритетных направлений.

Изменение самих объемов финансирования приоритетных направлений за эти четырнадцать партий представлено на рис. 3.2.

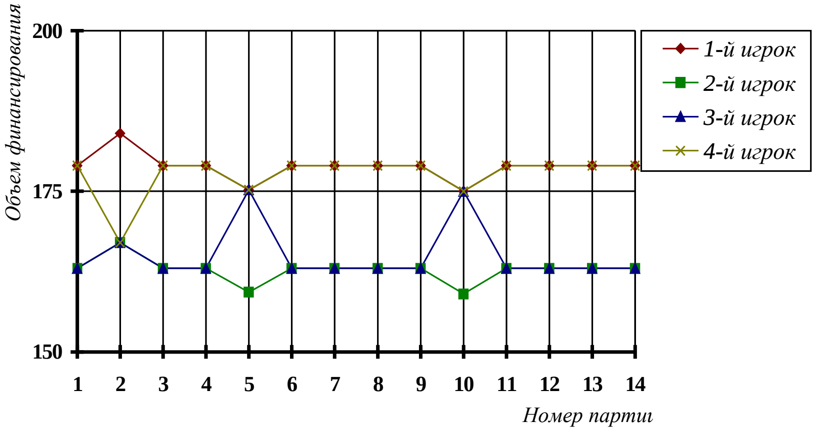

Рис. 3.2.

Но получение достоверной информации при использовании механизма абсолютных приоритетов возможно лишь при условии благожелательного отношения игроков к центру, и, самое главное при выполнении условия

$$\frac{Э_i}{\sum_{j=1}^{n} Э_j} R \le r_i \tag{3.2}$$

для любого $i=1,\ldots,n$.

Действительно, в рассмотренном выше примере (3.2) выполняется для всех игроков. Предположим теперь, что $Э_1=13,$ то есть условие (3.2) для первого игрока не выполняется, так как

$$\frac{Э_1}{\sum_{j=1}^{n} Э_j} R = \frac{13}{44} 685 = 202{,}386 > 180 \,.$$

Изменение стратегий игроков для этого случая представлено на рис. 3.3

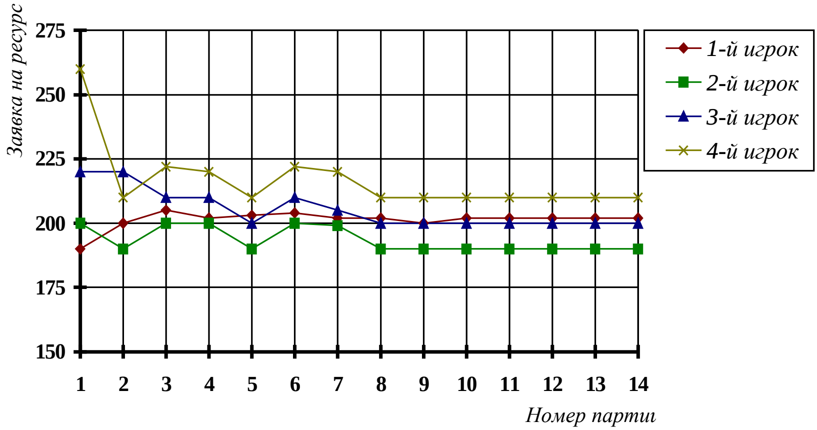

Рис. 3.3.

Соответственно, изменение самих объемов финансирования приоритетных направлений в этом случае представлено на рис. 3.2.

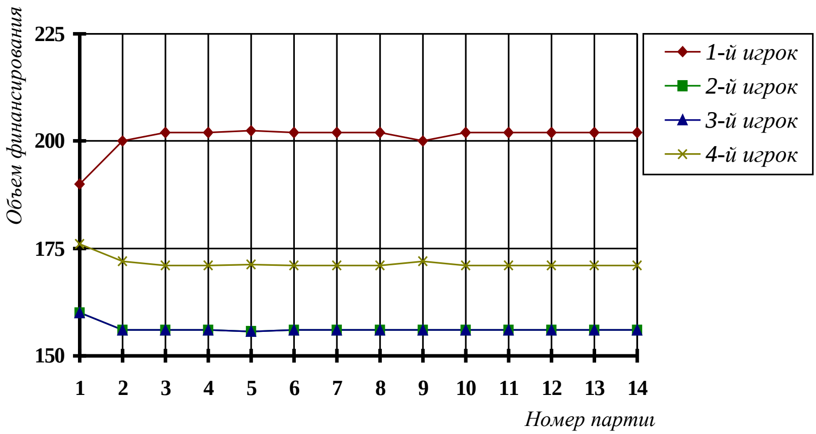

Рис. 3.4.

Интересная ситуация возникает, если количество распределяемого ресурса будет увеличено. Действительно, если в условиях первого примера количество распределяемого ресурса увеличится с $R=685$ до $R=750$, то есть условия (3.2) для всех игроков выполняться не будут. Изменение стратегий игроков в этом случае представлено на рис. 3.5.

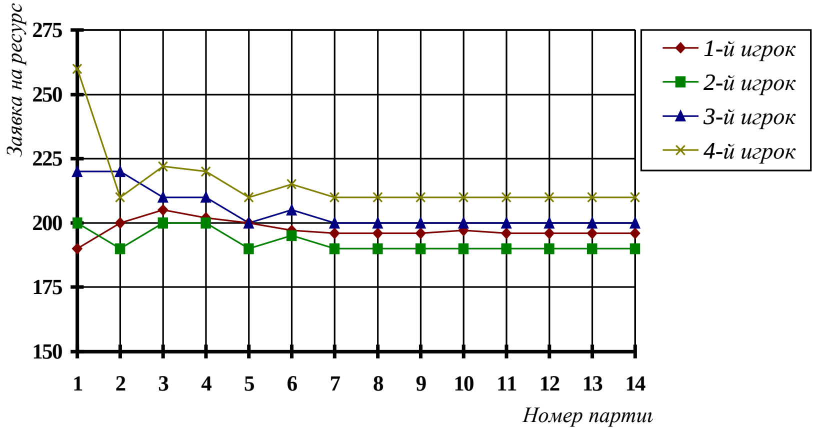

Рис. 3.5.

Из приведенного графика видно, что в ситуации равновесия первый игрок не сообщает достоверную информацию о требуемых объемах финансирования приоритетных направлений, а насколько это ему выгодно увеличивает свою заявку.

Изменение самих объемов финансирования в этих условиях представлено на рис. 3.6.

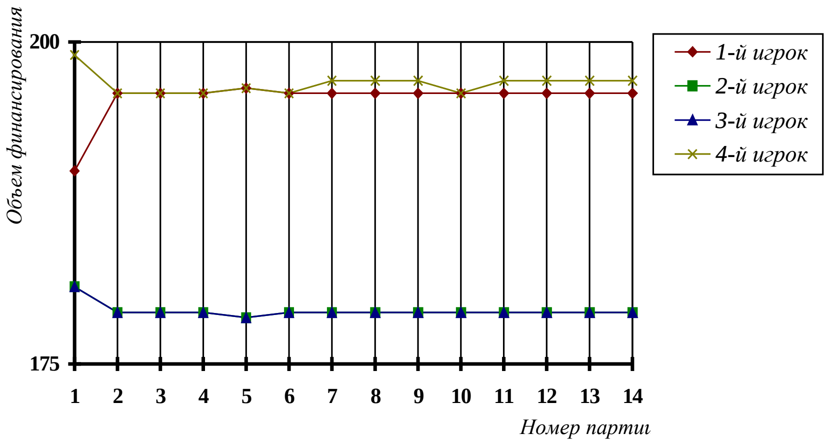

Рис. 3.6.

Увеличение объема распределяемых средств привело к тому, что в ситуации равновесия объем финансирования первого направления увеличился и превысил необходимый размер остальные направления остались недофинансированы, в то время как если бы первому направлению было бы выделено лишь необходимое количество ресурса, то можно было бы полностью удовлетворить потребности в ресурсе второго направления не уменьшая объем финансирования третьего и четвертого направлений.

4. МЕХАНИЗМЫ ПРЯМЫХ ПРИОРИТЕТОВ.

В этих механизмах экспертная комиссия определяет ожидаемую эффективность от развития *i-го* направления, то есть эффект на единицу затрат (обозначим ожидаемую эффективность q_i) [9]. Тогда ожидаемый эффект составит $h_i=q_i s_i$, а процедуры распределения финансовых средств принимают вид:

$$x_i=min(s_i;\ g^x q_i s_i),$$

где $g_i = \frac{1}{q_i}$.

Или

$$x_i = \min\left\{ s_i ; \frac{q_i s_i \left(R - \sum_{j=1}^{k} s_j \right)}{\sum_{j=k+1}^{n} q_j s_j} \right\}.$$

Легко убедиться, что x_i возрастающая функция $(q_i s_i)$, а значит и s_i. Заинтересованность комиссий в завышении рекомендуемых объемов финансирования своих направлений иллюстрируют результаты проведенной имитационной игры.

Здесь также участвовали четверо игроков ($n=4$). Ожидаемая эффективность каждого направления равнялся $q_1=0{,}1$, $q_2=0{,}11$, $q_3=0{,}12$, $q_4=0{,}13$. Достоверная оценка финансирования каждого приоритетного направления составляла $r_1=180$, $r_2=190$, $r_3=200$, $r_4=210$. А объем средств, распределяемых Центром, был равен $R=685$. Предполагалось, что Центр может в два раза ошибаться в оценке потребностей ресурсов для финансирования первого и второго направлений и в полтора раза для третьего и четвертого направлений. Другими словами, любые заявки, поступившие в Центр от представителей первого и второго направлений, не превышающие *360* и *380* соответственно, считаются для Центра обоснованными. Аналогично, любые заявки, поступившие в Центр от представителей третьего и четвертого направлений, не превышающие *300* и *315* также считаются обоснованными.

Стратегия игроков, представлена на графике, изображенном на рис. 4.1.

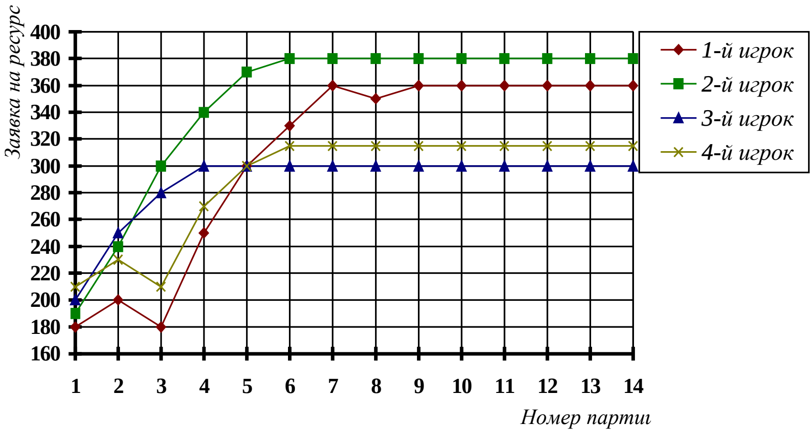

Рис. 4.1.

Из приведенного графика следует, что за девять партий стратегии игроков сошлись в равновесную ситуацию $s_1^*=360$, $s_2^*=380$, $s_3^*=300$, $s_4^*=315$, то есть в ситуации равновесия игроки сообщают максимально допустимые заявки на объемы финансирования приоритетных направлений.

Изменение объемов финансирования приоритетных направлений за эти четырнадцать партий представлено на рис. 4.2.

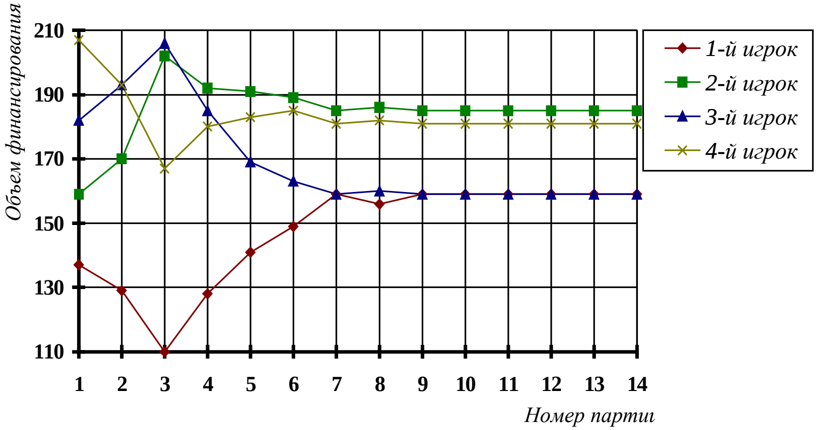

Рис. 4.2.

В рассмотренном примере дефицит финансовых средств составлял *95* единиц. Но даже если дефицит финансовых средств составит всего *5* единиц, характер поведения игроков практически не изменится. Следующие два графика иллюстрируют проведение игры, когда распределяется *775* единиц, в то время как необходимо иметь *780* единиц.

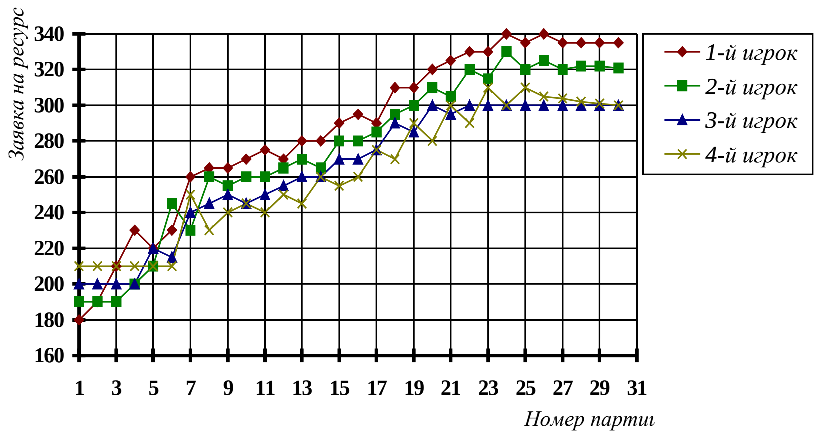

Рис. 4.3.

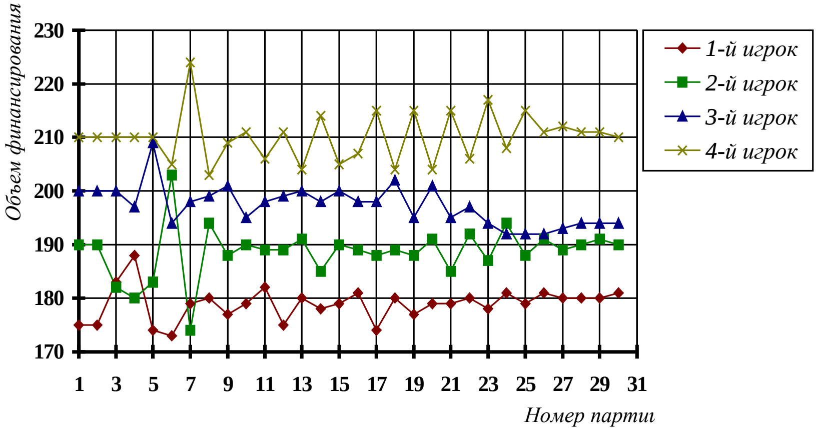

Рис. 4.4.

Из рис. 4.3. видно, что несмотря на незначительный дефицит все равно идет планомерное увеличение заявок на финансирование даже при благожелательном отношении игроков к Центру. Завышение заявок на финансирование является серьезным недостатком механизмов прямых приоритетов. Несмотря на это, подобного вида механизмы, основанные на пропорциональном «урезании» требований довольно популярны на практике.

5. МЕХАНИЗМЫ ОБРАТНЫХ ПРИОРИТЕТОВ.

Идея принципа обратных приоритетов [11] заключается в следующем: приоритет направления при распределении финансовых средств, тем выше, чем меньший объем средств на это направление запрашивается. Другими словами, приоритет направления обратно пропорционален его заявке на объем финансирования. Качественно этот принцип распределения можно обосновать на примере двух равнозначных направлений. Если по каждому из этих направлений планируется получить одинаковый эффект и при этом запрашивается разное количество финансовых средств, то в этом случае, направление, требующее меньший объем финансирования будет использовать получаемые средства с большей отдачей.

В этих механизмах экспертная комиссия определяет, как и в механизмах абсолютных приоритетов, ожидаемый эффект от реализации программы развития соответствующего приоритетного направления. Однако, распределение средств ведется пропорционально эффективностям $q_i = \frac{Э_i}{s_i}$ и процедуры распределения принимают вид

$$x_i = \begin{cases} s_i, & \text{если } \sum_{j=1}^{n} s_j \le R \\ \min\left(s_i, \frac{Э_i / s_i}{\sum_{j=1}^{n} Э_l / s_j} R \right), & \text{если } \sum_{j=1}^{n} s_j > R \end{cases}$$

При такой процедуре формирования x_i нетрудно заметить, что возможны случаи, когда часть финансовых средств R останется не распределенной, причем $\sum_{j=1}^{n} s_j > R$.

Пусть

$$R_{ост} = R - \sum_{j=1}^{n} x_j$$

Один из способов распределения остатка финансовых средств, который применяется в игре - это распределение пропорционально неудовлетворенному спросу. Обозначим через Q множество направлений, для которых заявка на финансирование полностью не удовлетворена, тогда

$$Ds_i=s_i-x_i(s_i)>0 \text{ для всех } i\, Î\, Q.$$

Дополнительное количество финансовых средств, которое выделяется на направление, заявка которого не полностью удовлетворена ,определяется выражением

$$Dx_i = \frac{Ds_i}{\sum_{j \in Q} Ds_j} R_{ост}$$

Легко показать, что при этом

$$x_i+Dx_i£s_i$$

Нетрудно заметить, что в ситуации равновесия должно выполняться условие

$$s_i^* = \frac{\text{Э}_i / s_i^*}{\sum_{j=1}^{n} \text{Э}_j / s_j^*} R,\ i=1,\dots,n. \qquad (5.1)$$

Для того чтобы найти равновесные значения s_i^* $i=1,...,n$ необходимо решить систему уравнений (5.1).

Действительно, перепишем систему (5.1) в виде

$$Э_i \sum_{j=1}^{n} \frac{Э_j}{s_j^*} = \left(\frac{Э_i}{s_i^*} \right)^2 R,\ i=1,\ldots,n.$$

Извлекая корень из обеих частей этих уравнений, и просуммировав их, получим

$$\sum_{i=1}^{n} \sqrt{Э_i} = \sqrt{R \sum_{i=1}^{n} \frac{Э_i}{s_i^*}}$$

Отсюда легко получить

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{Э_i}{s_i^*} = \frac{1}{R} \left(\sum_{i=1}^{n} \sqrt{Э_i} \right)^2$$

И наконец единственная ситуация равновесия определяется выражением

$$s_i^* = \frac{\sqrt{Э_i}}{\sum_{j=1}^{n} \sqrt{Э_j}} R,\ i=1,\ldots,n.$$

Имитационная игра для принципа обратных приоритетов проводилась при тех же начальных условиях, что и для принципа абсолютных приоритетов. То есть игровом эксперименте участвовали четверо игроков ($n=4$). Ожидаемый эффект от каждого направления равнялся $Э_1=11$, $Э_2=10$, $Э_3=10$, $Э_4=11$. Достоверная оценка финансирования каждого приоритетного направления составляла $r_1=180$, $r_2=190$, $r_3=200$, $r_4=210$. И, наконец, объем средств, распределяемых Центром, был равен $R=685$.

Стратегия игроков, представлена на графике, изображенном на рис. 5.1.

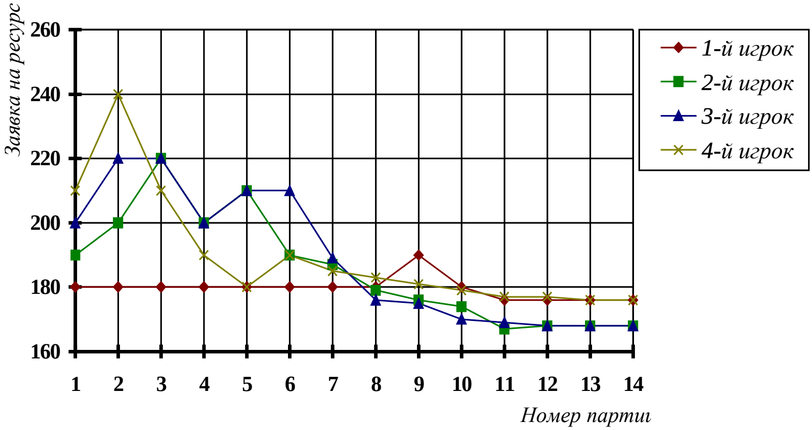

Рис. 5.1.

Из приведенного графика следует, что за одиннадцать партий стратегии игроков сошлись в равновесную ситуацию $s_1^*=176$, $s_2^*=168$, $s_3^*=168$, $s_4^*=176$, то есть в ситуации равновесия суммарная заявка игроков практически равняется общему объему финансирования приоритетных направлений.

Изменение объемов финансирования приоритетных направлений за эти четырнадцать партий представлено на рис. 5.2.

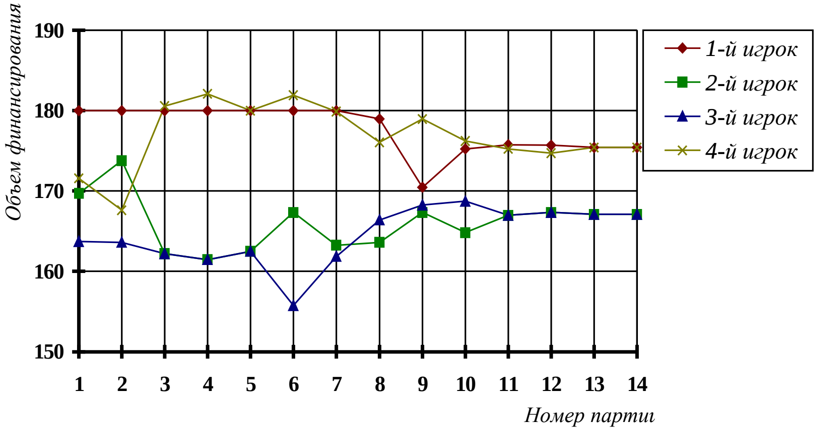

Рис. 5.2.

Следует отметить, что принцип обратных приоритетов обладает следующими свойствами. Во-первых, в окончательном распределении средств, каждое направление получает такое финансирование, какое заявляли игроки. Во-вторых, механизмы обратных приоритетов создают обратную тенденцию - занижать (а не завышать) рекомендуемые оценки (можно сказать, что в данном случае действует принцип «меньше просишь - больше получишь»), то есть тенденцию экономить, что весьма важно в условиях дефицита средств.

6. МЕХАНИЗМ КОНКУРСНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИФИНАНСОВЫХ СРЕДСТВ.

Конкурсные механизмы - один из достаточно хорошо известных принципов управления в практике регулирования экономическими системами. Особенность конкурсных механизмов состоит с том, что они требуют организации явного соперничества между участниками конкурса. В число победителей конкурсов входят те исполнители, которые имеют наибольшие показатели эффективности использования выделяемых средств на выполнение работ, по обеспечению требуемого уровня безопасности. Победители конкурса получают определенный приоритет при распределении финансовых средств. Следует отметить, что при организации конкурса игроки сообщают в Центр не только заявку на объем финансирования но и ожидаемую величину эффекта от реализации приоритетных направлений. То есть здесь предполагается, что у игроков увеличивается число степеней свободы. Для достижения своих целей они уже могут играть на двух видах информации.

Цель игры заключается в исследовании схемы конкурсных механизмов распределения ограниченных средств, в которых используются различные процедуры распределения средств как среди победителей, так и среди побежденных.

Задача Центра заключается в таком распределении имеющихся финансовых средств, чтобы полученный от выполнения работ эффект в системе в целом был наибольшим. Величина этого эффекта зависит от того, насколько эффективно будут использованы финансовые средства исполнителями и сколько средств будет выделено каждому исполнителю.

Задача игроков заключается в следующем.. Зная принципы определения победителей конкурса и процедуры распределения

Центром финансовых средств между исполнителями, выбрать такую стратегию поведения, то есть сообщать в Центр такую информацию о себе, обрабатывая которую Центр выделил бы исполнителю столько финансовых средств, которое обеспечило бы ему получение наибольшего значения целевой функции.

Общая модель проведения игры была дана при описании выше рассмотренных механизмов распределения ресурсов. Здесь будут введены лишь некоторые дополнительные элементы модели.

M- количество направлений-победителей конкурса;

w_i- оценка ожидаемого эффекта *i-го* исполнителя;

q_i- оценка эффективности *i-го* исполнителя;

$$q_i = \frac{w_i}{s_i}$$

c -минимальный размер финансовых средств, выделенных исполнителям не вошедшим в число победителей;

t_i - коэффициент, характеризующициспользование финансовых средств

h_i - функция штрафа за не достижение (или за завышение) ожидаемого эффекта *i-м* исполнителем;

$$h_i = \begin{cases} a\left[w_i - Э_i\right], если\ w_i - Э_i > 0 \\ 0, \qquad\qquad если\ w_i - Э_i \le 0 \end{cases}$$

α- коэффициент штрафа.

Под конкурсными механизмами [12] в дальнейшем будем понимать механизмы распределения финансовых средств, в котором процедура планирования включает этап определения множества *Q* направлений-победителей конкурса. Это множество содержит номера приоритетных направлений с наибольшими оценками эффективности.

Алгоритм определения множества Q может быть представлен следующим образом. Упорядочим оценки эффективности исполнителей проектов q_i, $i=1,...,n$ по убыванию, т.е.

$$q_{i_1} > q_{i_2} >,...,> q_{i_n} \tag{6.1}$$

Множество исполнителей-победителей конкурса есть

$Q=\{i_k: k£m\}$, *где* $m<n$

Процедура распределения финансовых средств после определения множества победителей имеет вид

$$x = \begin{cases} s_{i_k}, & \text{если } 1 \le i_k \le m \\ R - \sum\limits_{k=1}^{m} s_{i_k} - c(n-m-2), & \text{если } i_k = m+1 \\ c, & \text{если } m+2 \le i_k \le n \end{cases}$$

В особом положении при этом находится исполнитель с номером $m+1$. Он является лучшим среди проигравших конкурс, и поэтому может получить финансовых средств несколько больше чем С.

Как сказано выше, в рассматриваемой имитационной игре предусмотрено наказание игрока за не достижение (или за завышение) ожидаемого эффекта, поэтому целевая функция i-*го* игрока имеет вид

$$\tilde{f}(t_i, x_i) = Э_i - h_i .$$

В дальнейшем будем считать, что фактический эффект направления определяется выражением

$$Э_i = \sqrt{r_i x_i} .$$

Тогда

$$\tilde{f}(r_i, x_i) = \sqrt{r_i x_i} - \begin{cases} a\left(w_i - \sqrt{t_i x_i}\right), & \text{если } w_i - \sqrt{t_i x_i} > 0 \\ 0, & \text{если } w_i - \sqrt{t_i x_i} \le 0 \end{cases} \tag{6.2}$$

В игре важным моментом является процедура определения победителей конкурса. Очевидно, что в каждой партии игры количество победителей может быть разное. Действительно, если Центр первоначально определяет минимальный размер финансовых средств c, для исполнителей, не вошедших в число победителей, то количество победителей можно определить в соответствии со следующей процедурой. Из упорядоченных оценок эффективности (6.1) выбирается максимальное число исполнителей m, для которых справедливо неравенство

$$\sum_{k=1}^{m} s_{i_k} < R - c(n-m) \tag{6.3}$$

и это число m определяет количество победителей в данной партии игры.

Из процедуры определения победителей в общем случае следует, что возможен случай, когда имеется лишь один победитель конкурса, но и он не получает запрашиваемого количества финансовых средств, т.е. неравенство (6) в этом случае имеет вид

$$R\text{-}c(n\text{-}1)<s$$

В этом случае победителем конкурса объявляется исполнитель под номером i и ему передается весь остаток финансовых средств.

Подробный анализ формальной модели конкурсного механизма приведен в [12,13]. Здесь отметим лишь, что для целевой функции вида (6.2) равновесная ситуация по Нэшу существует, причем вид ситуации равновесия определяется величиной коэффициента α в функции штрафа h_i. Величина α определяет сильный штраф для *i-го* исполнителя проекта, если ему в любой ситуации оказывается невыгодно отклоняться от заявленной величины ожидаемого эффекта w_i, $i=1,...,n$. В случае же слабого штрафа исполнитель может отклониться от оценки ожидаемого эффекта и при этом выиграть больше чем если бы он придерживался условия $w_i = \sqrt{t_i x_i}$.

Каждая партия игры проводится в четыре этапа. На первом этапе участники игры сообщают в Центр свои заявки на финансирование s_i и ожидаемый эффект w_i от выполнения работ по обеспечению требуемого уровня безопасности.

Второй этап - этап определения участников-победителей. На этом этапе Центр на основе полученных заявок определяет участников-победителей с наибольшими оценками эффективности.

На этапе распределения (третий этап) Центр на основе полученных оценок рассчитывает объем финансирования x_i для участников игры.

На четвертом этапе - участники, получив свой объем финансирования, подсчитывают свой эффект по формуле (6.2).

На этом партия считается законченной и следует переходить к следующей партии. То есть участники вновь сообщают в Центр заявки на финансирование, Центр обрабатывает полученную информацию и т.д.

Партии игры повторяется до тех пор, пока достаточно явно не проявится стратегия поведения участников игры.

Результаты проведения игры.

Количество участников	-5
Количество финансовых средств, выставленных на конкурс	-500
Гарантированное минимальное количество финансовых средств, выделяемое участникам конкурса	-50
Коэффициент штрафа	-0.6

t_1=50; t_2=50; t_3=60; t_4=70; t_5=70

Партия №1

Номер игрока	1	2	3	4	5
Заявка	100.0	120.0	130.0	160.0	180.0
Оценка эффективности	75.0	80.0	90.0	110.0	50.0
Полученные средства	100.0	60.0	130.0	160.0	50.0
Место в конкурсе	1	4	2	3	5
Штраф	4.1	0.0	1.6	4.0	0.0
Целевая функция	68.1	54.8	87.3	103.3	59.2

Партия №2

Номер игрока	1	2	3	4	5
Заявка	110.0	110.0	140.0	170.0	170.0
Оценка эффективности	75.0	80.0	90.0	110.0	120.0
Полученные средства	110.0	110.0	50.0	60.0	70.0
Место в конкурсе	3	1	5	4	2
Штраф	0.8	5.6	0.0	0.0	10.0
Целевая функция	73.7	70.7	54.8	64.8	102.5

Партия №3

Номер игрока	1	2	3	4	5
Заявка	115.0	120.0	154.0	170.0	180.0
Оценка эффективности	75.0	80.0	100.0	115.0	120.0
Полученные средства	50.0	90.0	140.0	170.0	50.0
Место в конкурсе	5	3	1	2	4
Штраф	0.0	0.0	8.0	5.7	0.0
Целевая функция	50.0	67.1	86.6	105.5	59.2

Партия №4

Номер игрока	1	2	3	4	5
Заявка	115.0	120.0	150.0	175.0	180.0
Оценка эффективности	80.0	85.0	100.0	115.0	130.0
Полученные средства	100.0	120.0	50.0	50.0	180.0
Место в конкурсе	3	2	4	5	1
Штраф	0.0	7.2	0.0	0.0	17.0
Целевая функция	70.0	72.9	54.8	59.2	101.6

Партия №5

Номер игрока	1	2	3	4	5
Заявка	1150	125.0	150.0	175.0	190.0
Оценка эффективности	83.0	85.0	110.0	125.0	130.0
Полученные средства	115.0	50.0	150.0	135.0	50.0
Место в конкурсе	2	5	1	3	4
Штраф	6.9	0.0	14.5	0.0	0.0
Целевая функция	71.5	50.0	85.8	97.2	59.2

Партия №6

Номер игрока	1	2	3	4	5
Заявка	120.0	125.0	160.0	175.0	190.0
Оценка эффективности	83.0	90.0	110.0	130.0	140.0
Полученные средства	50.0	50.0	50.0	175.0	175.0
Место в конкурсе	4	3	5	1	2
Штраф	0.0	0.0	0.0	18.5	0.0
Целевая функция	50.0	50.0	54.8	99.1	110.7

Партия №7

Номер игрока	1	2	3	4	5
Заявка	120.0	125.0	160.0	180.0	190.0
Оценка эффективности	90.0	100.0	120.0	130.0	145.0
Полученные средства	85.0	125.0	50.0	50.0	190.0
Место в конкурсе	3	1	4	5	2
Штраф	0.0	20.1	0.0	0.0	28.5
Целевая функция	65.2	66.5	54.8	59.2	97.5

Партия №8

Номер игрока	1	2	3	4	5
Заявка	100.0	125.0	130.0	170.0	195.0
Оценка эффективности	72.0	95.0	90.0	130.0	145.0
Полученные средства	50.0	125.0	50.0	170.0	105.0
Место в конкурсе	4	2	5	1	3
Штраф	0.0	15.3	0.0	20.1	0.0
Целевая функция	50.0	69.5	54.8	96.5	85.7

Партия №9

Номер игрока	1	2	3	4	5
Заявка	95.0	128.0	120.0	180.0	190.0
Оценка эффективности	72.0	95.0	90.0	130.0	140.0
Полученные средства	95.0	128.0	120.0	50.0	107.0
Место в конкурсе	1	3	2	5	4
Штраф	3.0	14.4	4.9	0.0	0.0
Целевая функция	67.1	71.0	81.8	59.2	86.5

Партия №10

Номер игрока	1	2	3	4	5
Заявка	98.0	128.0	122.0	170.0	180.0
Оценка эффективности	72.0	94.0	90.0	130.0	140.0
Полученные средства	50.0	50.0	50.0	170.0	180.0
Место в конкурсе	4	5	3	2	1
Штраф	0.0	0.0	0.0	20.1	26.6
Целевая функция	50.0	50.0	54.8	96.5	95.6

Усредненные результаты за десять партий

Номер игрока	1	2	3	4	5
Заявка	108.8	122.6	140.2	172.5	184.5
Оценка эффективности	77.7	88.4	99.0	122.5	133.0
Полученные средства	80.5	90.8	84.0	119.0	125.7
Место в конкурсе	3	3	3	3	3
Штраф	1.5	6.3	2.9	6.8	8.3
Целевая функция	61.6	62.2	67.0	84.1	85.8

Усредненные результаты за последние пять партий

Номер игрока	1	2	3	4	5
Заявка	106.6	126.2	138.4	175.0	189.0
Оценка эффективности	77.8	94.8	100.0	130.0	142.0
Полученные средства	66.0	95.6	64.0	123.0	151.4
Место в конкурсе	3	3	4	3	2
Штраф	0.6	10.0	1.0	11.7	11.0
Целевая функция	56.5	61.4	60.2	82.1	95.2

Конкурсные механизмы относятся к механизмам централизованного финансирования приоритетных направлений. Но это механизмы особого вида. Отличие этих механизмов от классического конкурса заключаются в том, что здесь Центр для поддержания всех приоритетных направлений вынужден финансировать все направления. Но победители конкурса получают финансирование в полном объеме, а проигравшие получают некоторый минимум средств. В то же время участники конкурса имеют возможность два типа информации для достижения своих целей. А именно, оценку эффективности направления и оценку средств, необходимых для достижения заявленной эффективности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренный подход к построению и оценке эффективности экономических механизмов базируется на использовании так называемых оценочных (упрощенных моделей) объектов хозяйственной деятельности. В его основе лежит гипотеза о том, что эффективность действия экономических механизмов лишь в незначительной степени зависит от сложности описания ситуации. Другими словами, механизм малоэффективный (то есть стимулирующий искажение информации или нарушение установленных ограничений) в простой модельной ситуации, вряд ли будет более эффективным при использовании более полного описания ситуации. Таким образом, имея детально разработанный экономический механизм, при его исследовании можно ограничиться простыми моделями хозяйственных объектов. Исследование устойчивости объектов хозяйственной деятельности с учетом всей системы экономических связей требует использования более адекватных, а значит и более сложных моделей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rohn Y. Fuhrungsentscheidungen in Unternehmensplanspiel. Essen, 1964.
2. Морозов А. Аварийные игры. "Техпропаганда", 1933, N 7.
3. Островский Я.С. Аварийные игры на Шатуре. "Техпропаганда",1933, N 7.
4. Riceiardi F.M. et al. Top Management Decision Simulation: the AMA Approach, American Management Association, Ney York, 1957.
5. Емельянов С.В., Бурков В.Н., Ивановский А.Г., Немцева А.Н., Ситников В.И., Соколов В.И., Щепкин А.В. Метод деловых игр. Международный центр научно-технической информации, М. 1976.
6. Чепрунова О.Ю. Щепкин А.В. Разработка экспериментов с моделями организационных систем. Автоматика и телемеханика, 1988, N 8.
7. Курс экономической теории. Под редакцией Чепурина М.М., Киселевой Е.А. Изд. "АСА", Киров, 1995.
8. Опойцев В.И. Равновесие и устойчивость в моделях коллективного поведения. М., Наука, 1977.
9. Бурков В.Н., Джавахадзе Г.С. Экономико-математические модели управления производством строительных материалов, Препринт, М., ИПУ РАН, 1996.
10. Бурков В.Н. Основы математической теории активных систем.–М.: Наука, 1977.
11. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем.–М.: Наука, 1981.

12. Бурков В.Н., Данев Б., Еналеев А.К., Нанева Т.Б., Подвальный Л.Д., Юсупов Б.С. Конкурсные механизмы в задачах распределения ограниченных ресурсов. А и Т. 1988. N 11, с.142 -153.
13. Бурков В.Н., Данев Б., Еналеев А.К., Кондратьев В.В., Нанева Т.Б., Щепкин А.В. Большие системы: моделирование организационных механизмов. М.: Наука, 1989.