

УДК 65.012

NOVYSH B.

BOGUSH V.

GREENBERG A.

SHESHOLKO V.

EDUCATIONAL TECHNOLOGIES OF THE ANALYTIC SITUATION

MODELLING OF PROBLEM SITUATIONS

## **ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИТИЧЕСКОГО СИТУАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОБЛЕМНЫХ СИТУАЦИЙ**

**Новыш Б. В.**

кандидат физико-математических наук

**Богущ В. А.**

доктор физико-математических наук

**Гринберг А. С.**

доктор технических наук

**Шешолко В. К.**

кандидат физико-математических наук

Академия управления при Президенте

Республики Беларусь

*Рассматриваются образовательные технологии подготовки лиц, принимающих решения (ЛПР), осуществляющих аналитическое моделирование процесса разрешения регулярно возникающих актуальных проблемных ситуаций (ПС) «Стратегическое управление инвестициями» и «Оптимизация прибыли от реализации инновационных программ в масштабах отрасли».*

*Educational technologies for training of decision makers (DM) carrying out analytic modelling of process for solving actual problem situations (PS) «Strategic management of investments» and «Income optimization due to innovation realization in the key industries scale» are considered.*

**Ключевые слова:** *проблемная ситуация; ситуационное моделирование; имитационное моделирование; регрессионная модель; отношения «эффект–затраты»; системный эффект.*

## Введение

Динамика социально-экономического развития общества выдвигает требование обучения руководящей элиты методам использования инструментальных средств для разрешения проблемных ситуаций экономики и управления с применением инновационных образовательных технологий. Эти технологии должны помочь руководителям в сжатые сроки освоить современные методы выявления, постановки, формализации и разрешения ПС в различных предметных областях сферы управления. Основой излагаемого в данной работе подхода является прикладная инновационная технология и средства ситуационного моделирования ПС в среде государственных информационных ресурсов с использованием учебного центра ситуационного моделирования (УЦСМ). Инновационный технологический прием образовательного процесса состоит в использовании типовой системы алгоритмов, адаптируемых по параметрам исходных данных, целевых установок, ожидаемым результатам к индивидуальным особенностям группы ЛПР, занятых разрешением отдельных фрагментов ПС при решении общей задачи. Другой технологический аспект образовательного процесса связан с визуальным моделированием решений отдельных ЛПР во взаимосвязи с общей задачей разрешения ПС. Это особенно важно в процессе управления крупномасштабными проектами.

Именно такое направление было выбрано при выполнении НИР «Разработать систему подготовки руководящих кадров для системы «Электронное правительство» на базе инновационных средств и технологий ситуационного моделирования в среде государственных информационных ресурсов», оно определило содержание учебно-методического комплекса «Анализ инноваций и инвестиционное проектирование» на примере двух проблемных ситуаций сферы управления:

- стратегическое управление инвестициями;
- оптимизация прибыли от внедрения инноваций в масштабах отрасли.

Решение этих задач происходит в условиях адаптации к реальной информации, целевым функциям и ограничениям. Обе ПС могут рассматриваться также в условиях неполноты информации и решаться не только аналитически, но и с привлечением технологий имитационного моделирования (ИМ).

### 1. Анализ ПС «Стратегическое управление инвестициями»

Целью рассмотрения ПС является обучение руководителей принятия рациональных решений в области перспективного стратегического инвестирования с применением анализа возможных путей диверсификации, что позволяет принимать обоснованные решения о сворачивании низкорентабельных и расширении высокодоходных направлений деятельности и определяет инвестиционные приоритеты при перераспределении финансовых, трудовых и информационных ресурсов.

Принципиально важным элементом образовательного процесса является выбор аналитической зависимости для оценки перспектив вложения трудовых, финансовых и других ресурсов. Применительно к процессу развития инновационных технологий обосновывается выбор логистической кривой, которой хорошо описывается развитие технологий [1]:

$$y(x) = \frac{k}{1 + b \times e^{-\alpha x}}, \quad (1)$$

где  $y(x)$  – объем выпуска (или прибыль) рассматриваемой сферы деятельности;

$k, b, \alpha > 0$  – постоянные.

Параметры уравнения (1) могут быть определены из статистических данных с помощью регрессионного анализа.

Задача стратегического управления инвестициями (перспективного планирования) может быть сформулирована следующим образом [1]:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n y_i(x_i) = \sum_{i=1}^n \frac{k_i}{1 + b_i \times e^{-\alpha_i \cdot x_i}} \rightarrow \max \quad (2)$$

при ограничении

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq C, \quad (3)$$

где  $x_i$  – средства, инвестируемые в отрасль (предприятие);

$y_i$  – эффект (прибыль) от вложения средств в эту отрасль;

$k_i, b_i, \alpha_i$  – некоторые параметры;

$C$  – общая сумма доступных для инвестирования средств.

Анализ ПС часто осложняется двумя обстоятельствами.

1. Использование ограниченного объема данных приводит к ошибкам в определении перспективных направлений инвестирования. Часто информация относится лишь к малым или, наоборот, большим суммам инвестируемых средств.

2. Имеющиеся данные могут хорошо описываться с помощью линейной или полиномиальной регрессии, уравнения которых нередко используются при прогнозах. Следует иметь в виду, что использование некорректной регрессионной зависимости приводит к грубым ошибкам при экстраполяции.

Анализ рассматриваемой ПС демонстрирует важность использования достаточной по объему информации и корректной обработки статистических данных для научно обоснованного управления инвестиционной деятельностью.

Задачей планирующего органа отрасли или группы отраслей («центра») является определение оптимального по совокупной прибыли распределения средств по отраслям или предприятиям. Задача остальных участников – изучение методов перспективного планирования и анализ причин возникновения ошибок в процессе планирования, связанных с недостатком информации и некорректной аппроксимацией статистических данных.

### ***Сценарий моделирования и разрешения ПС***

Участники разрешения ПС делятся на 4 подгруппы. 1-й и 2-й подгруппам предоставляется частичная (неполная) информация о зависимости эффекта (прибыли) от величины инвестированных средств ( $S$ ) для 4 отраслей.

Первой подгруппе выдается информация об эффекте при малых, а второй – при больших затратах. Третьей и четвертой подгруппам выдается полная информация.

Задача – определить оптимальный вариант вложения средств в рассматриваемые отрасли.

***Первая подгруппа*** строит регрессионную модель на основании данных для *малых* сумм инвестирования, используя полиномиальную и экспоненциальную регрессии. После проведения серии оптимизационных расчетов определяются перспективные варианты вложения средств.

*Вторая и третья подгруппы* действуют аналогично, но 2-я использует данные лишь для больших сумм инвестирования, а 3-я – полную информацию.

*Четвертая подгруппа* использует полную информацию и привлекает специалистов в области ситуационного моделирования, определяющих корректные зависимости «эффект–затраты», с помощью которых проводится серия оптимизационных расчетов.

На заключительной стадии проводится сравнение результатов, полученных всеми подгруппами (рис. 1 а–г) и анализируются причины их расхождений.

С помощью логистической модели оценивается возможный экономический эффект, который был бы достигнут при полученных 1–3 подгруппами вариантах распределения средств.

Определяется диапазон значений, в котором полученные 1–3 подгруппами ЛПР результаты могут рассматриваться как удовлетворительные. Проводится анализ причин качественного различия в поведении кривых, выясняется причина «платообразного» характера кривой на графике 4 подгруппы (рис. 1 г), что обусловлено «исчерпанием» потенциала ряда отраслей и вложением средств в следующую по эффективности отрасль (предприятие).

На заключительном этапе разрешения ПС в ходе коллективного обсуждения оценивается целесообразность привлечения специалистов по ситуационному моделированию для прогнозирования инвестиционной деятельности.

При более реалистическом подходе можно учесть влияние на величину прибыли случайных факторов – в этом случае поиск эффективного вложения средств требует совместного использования оптимизационных расчетов и технологий ИМ [1–4].

## **2. Анализ ПС «Оптимизация прибыли от реализации инновационных программ в масштабах отрасли»**

Выбор приоритетных инновационных программ является сложной проблемой. В связи с этим представляется актуальным анализ проблемной ситуации, заключающейся в поиске стратегии инновационной политики, позволяющей добиться оптимального сочетания интересов отрасли с интересами отдельных предприятий.

Проводится анализ инновационной политики отрасли (объединения), включающей 8 предприятий. Формируется группа участников разрешения ПС, один из которых выполняет функции Центра (иннова-

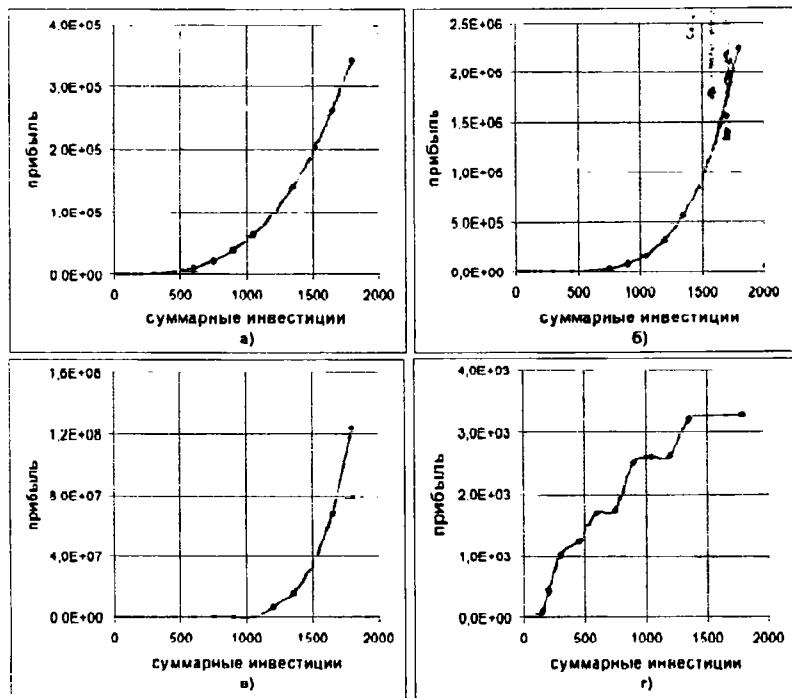


Рис. 1. Результаты, полученные различными подгруппами  
 а) подгруппа 1; б) подгруппа 2; в) подгруппа 3; г) подгруппа 4

ционного отдела отрасли), а остальные – роли руководителей отдельных предприятий.

Задачей Центра является разработка оптимальной инновационной стратегии отрасли за счет рационального распределения средств между предприятиями. Задача остальных участников – провести сравнительный анализ эффективности децентрализованной и централизованной политик разработки и внедрения инноваций.

Анализируется два варианта ПС: при первом предполагается, что инновационный фонд отрасли образуется исключительно за счет отчислений отдельных предприятий; при втором учитывается также наличие централизованного отраслевого фонда инновационного развития.

### Сценарий моделирования ПС

**Вариант 1.** Каждое предприятие на плановый период разрабатывает перечень инноваций. Для каждой указываются годовые затра-

ты, прибыль и прибыль на 1 рубль затрат (отношение «эффект – затраты»). Предприятия указывают имеющиеся средства для разработки и реализации плана нововведений. На основе этой информации рассчитывается оптимальный план нововведений для каждого предприятия, т. е. определяются инновационные программы, которые предприятие намерено реализовать для получения максимальной прибыли, величина прибыли и отношения эффект/затраты.

Каждый участник решает при этом задачу оптимизации [5]:

$$f(x) = \sum_{j=1}^n \Pi_j y_j \rightarrow \max; \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n c_j y_j \leq C; \quad (5)$$

$$y_j = 0 \text{ или } 1, \quad (6)$$

где  $\Pi_j$  – плановая годовая прибыль предприятия от реализации  $j$ -й инновации;

$c_j$  – годовые затраты предприятия на  $j$ -ю инновацию;

$C$  – средства, выделяемые предприятием на реализацию нововведений;

$y$  – параметр, показывающий, планируется ли включение  $j$ -й инновации в план нововведений предприятия (при  $y=1$  планируется, при  $y=0$  – не планируется).

Результатом решения задачи (4)–(6) является оптимальный для данного предприятия план инноваций. Полученная на этом этапе информация передается руководству отрасли.

На втором этапе руководство отрасли, получив информацию от предприятий, формирует оптимальный план разработки и внедрения инноваций, наиболее эффективный с точки зрения *всей отрасли*.

§ Инновационный отдел решает задачу

$$F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \Pi_{ij} x_{ij} \rightarrow \max; \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \leq K ; \quad (8)$$

$$x_{ij} = 0 \quad \text{или} \quad 1, \quad (9)$$

где  $\Pi_{ij}$  – плановая годовая прибыль на  $i$ -м предприятии от внедрения  $y$ -й инновации;

$c_{ij}$  – затраты предприятия на нововведение;

$K$  – общий объем денежных средств отрасли, формируемых из средств предприятий, выделяемых на инновации;

$x_{ij}$  – параметр, показывающий, планируется ли к внедрению на  $i$ -м предприятии  $y$ -я инновация.

Этот план отличается от оптимальных планов предприятий, и прибыль отрасли превышает сумму прибылей отдельных предприятий за счет системного эффекта. Руководство отрасли доводит до предприятий планы разработки и внедрения инноваций. Одновременно рассчитываются денежные средства, которые выделяются на план нововведений из средств предприятий.

На следующем этапе производится распределение прибыли предприятий, полученной от внедрения инноваций. При этом:

- рассчитывается общая прибыль предприятий при *децентрализованном* использовании денежных ресурсов;
- рассчитывается общая прибыль предприятий при реализации плана внедрения инноваций, разработанного руководством;
- рассчитываются отношения «эффект–затраты» при децентрализованном и централизованном планировании;
- определяется прирост прибыли, полученный за счет оптимального перераспределения средств между предприятиями отрасли, т. е. *системный эффект*;
- рассчитываются средства, которые предприятия передают в фонд отрасли на централизованное использование в области инновационной деятельности;
- рассчитывается средняя прибыль на 1 рубль затрат;
- между предприятиями отрасли перераспределяется прибыль, полученная за счет системного эффекта.

В ходе анализа ПС рассматриваются два способа распределения прибыли: по средней и по добавленной прибыли. Результаты показы-

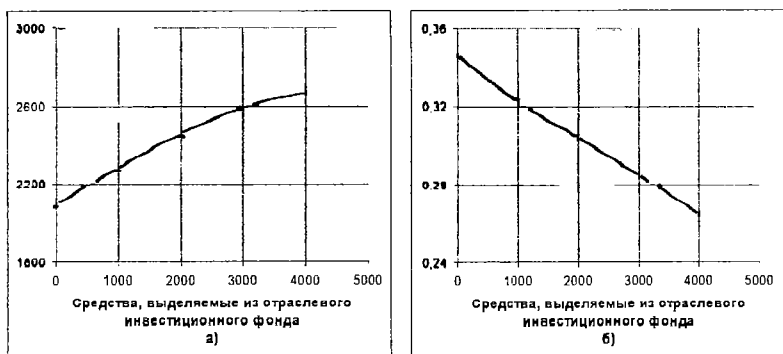


вают, что оба способа распределения прибыли более выгодны предприятиям, чем распределение прибыли при децентрализованной стратегии. Таким образом, можно сделать вывод, что централизованная политика инновационного развития более эффективна и выгодна как для отрасли, так и для отдельных предприятий.

**Вариант 2.** Центр формирует оптимальный план разработки и внедрения инноваций с учетом отраслевого фонда. Для ряда сумм финансирования из централизованного фонда рассчитывается прибыль от внедрения инноваций на каждом предприятии.

Проводится сравнительный анализ вариантов без привлечения и с привлечением инновационного фонда отрасли (рис. 2 а, б). Снижение темпов роста прибыли при увеличении финансирования из централизованного фонда и уменьшение отношения «эффект–затраты» свидетельствует о снижении эффективности инновационной политики. Причина данного явления – вложение средств в менее эффективные инвестиционные альтернативы.

Анализируется влияние допустимого в масштабах отрасли минимального отношения «эффект–затраты» на суммарные отчисления из централизованного фонда.



**Рис. 2.** Эффективность использования отраслевого инвестиционного фонда  
а) суммарная прибыль (млн руб.); б) отношение «эффект – затраты»

Анализ ПС показывает, что решение об объемах финансирования должно приниматься с учетом требуемых значений ряда экономических параметров, таких как суммарная прибыль и отношение «эффект–затраты».

### Выводы

1. Анализ процесса обучения ЛПР разрешению ПС на базе аналитических моделей показывает эффективность использования адаптивного подхода к формированию совместных решений.

2. Выбор эффективных инвестиционных альтернатив и политики внедрения инноваций должен осуществляться в сложном итеративном процессе с участием компетентных ЛПР и специалистов в области ситуационного моделирования.

3. Принятие долгосрочных инвестиционных решений требует наличия надежной информации о статистических зависимостях «эффект – затраты» в широком диапазоне затрат для всех потенциально возможных направлений деятельности предприятия (отрасли).

4. Эффективность внедрения инноваций возрастает при централизованном управлении распределением инвестиций.

5. Результаты моделирования показывают, что наиболее важными критериями отбора инновационных программ являются темпы роста прибыли и отношение «эффект – затраты».

### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баркалов, С. А. Оптимизационные модели распределения инвестиций на предприятии по видам деятельности / С. А. Баркалов, О. Н. Бакунец, И. В. Гурсева [и др.]. – М.: ИПУ РАН, 2002. – 68 с. (Препринт)

2. Новьш, Б. В. Имитационное моделирование процесса диверсификации инвестиционного портфеля / Б. В. Новьш. – Материалы V Междунар. научн.-практ. конф. Управление информационными ресурсами. – Мн.: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2007. – С. 122–124.

3. Лоу, А. М. Имитационное моделирование / А. М. Лоу, В. Д. Кельтон. – СПб.: Питер, 2004. – 846 с.

4. Таха, Х. А. Введение в исследование операций / Х. А. Таха. М.: Вильямс, 2005. – 911 с.

5. Кузин, Б. Методы и модели управления фирмой / Б. Кузин, В. Юрьев, Г. Шахдинаров. – СПб.: Питер, 2001. – 432 с.

*Дата поступления статьи в редакцию: 09.03.2009 г.*