

---

# КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОГО АППАРАТА РЕШЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

**Е.Н. Трофимец**

Кафедра высшей математики  
Ярославский государственный технический университет  
*Московский пр-т, 88, Ярославль, Россия, 150023*

Рассматривается концептуальная модель научно-методического аппарата решения профессионально-ориентированных экономических задач как элемент системы информационно-аналитической подготовки студентов экономических вузов.

**Ключевые слова:** обучение, информационно-аналитические технологии, студент, экономическая задача, компьютерное моделирование.

В современных условиях рыночной экономики существенно возросли требования к качеству подготовки выпускников экономических специальностей вузов. Молодые специалисты должны уметь решать не только типовые задачи учетно-расчетного характера, при решении которых доминирующую роль играет операционная составляющая, но также и сложные задачи аналитического характера, при решении которых доминирующую роль играет интеллектуальная составляющая, базирующаяся на умении анализировать текущее и прогнозировать будущее состояние экономических объектов и процессов, мыслить и действовать в изменяющихся условиях, моделировать и находить оптимальные решения, основанные на применении современных математических моделей и методов. Данное обстоятельство нашло свое отражение в Государственном образовательном стандарте, где определены достаточно высокие требования к уровню математической подготовки современного специалиста финансово-экономического профиля. Изучение математических дисциплин призвано раскрыть не только содержание собственно математических знаний, но и установить тесные интегративные связи со специальными дисциплинами, особенно с теми, изучение которых сопровождается решением профессионально-ориентированных задач с использованием наукоемких экономико-математических моделей и методов.

Дидактическая эффективность ряда учебных дисциплин математического цикла (в частности, таких дисциплин, как «Высшая математика», «Теория вероятностей», «Математическая статистика», «Эконометрика») может быть повышена за счет внедрения в образовательный процесс инновационных методов обучения, отличных от традиционных форм обучения, которые в основном направлены на механическое запоминание информации. Традиционные формы обучения должны дополняться новыми инновационными технологиями, разработанными в соответствии с интерактивными формами обучения, что позволит повысить качест-

венный уровень подготовки студентов, поддерживая и направляя их интеллектуальный потенциал. Одной из таких технологий, на наш взгляд, является технология компьютерного моделирования, которая позволяет органично синтезировать знания по экономике, математике, информационным технологиям и обладает значительным дидактическим потенциалом в формировании информационно-аналитической компетентности студентов экономических вузов.

Особенность информационно-аналитических технологий обучения состоит в том, что наряду с информационной составляющей в них доминирующую роль играет математическая составляющая, которая является ключевой компонентой инструментальных методов решения сложных аналитических задач экономического характера. Таким образом, информационно-аналитические технологии обучения в образовательном процессе студентов-экономистов реализуют парадигму интегративного обучения, суть которого можно определить так: «математика помогает экономике, информатика помогает математике».

Проектирование информационно-аналитических технологий обучения студентов-экономистов подчиняется общим принципам проектирования компьютерных систем учебного назначения, основополагающими из которых являются: принцип целостности; принцип воспроизводимости; принцип нелинейности педагогических структур; принцип адаптации процесса обучения к личности обучаемого; принцип потенциальной избыточности информации.

Наряду с общими принципами проектирования компьютерных систем учебного назначения процессу дидактического проектирования информационно-аналитических технологий присущи следующие специфические черты:

— априорная дидактическая система информационно-аналитической подготовки специалистов экономического профиля должна ориентироваться на концептуальную модель научно-методического аппарата решения профессионально-ориентированных экономических задач;

— элементы реальной дидактической системы информационно-аналитической подготовки специалистов экономического профиля должны соответствовать способам, методам и моделям обработки экономической информации, доминирующим в профессиональной деятельности;

— процесс построения и анализа однотипных моделей экономических систем должен основываться на общих методологических подходах и принципах;

— используемое учебно-методическое программное обеспечение должно быть ориентировано на обучаемых, не имеющих специальной математической подготовки, которые должны понимать только основные идеи и принципы, реализованные в изучаемых экономико-математических моделях и методах.

Таким образом, начальным этапом дидактического проектирования системы информационно-аналитической подготовки специалистов экономического профиля является построение концептуальной модели научно-методического аппарата решения профессионально-ориентированных экономических задач (ПОЭЗ). Исходя из логики проектирования построение такой модели следует начинать с выявления существенных признаков ПОЭЗ, на основании которых они могли бы

быть классифицированы, тем самым определяются опорные направления для синтеза самой модели. Учитывая, что научно-методический аппарат решения ПОЭЗ является формальной конструкцией, особое внимание следует обратить на формальные признаки ПОЭЗ. Наиболее конструктивными формальными признаками ПОЭЗ являются, на наш взгляд, признаки, сложившиеся в современной теории принятия решений.

Первым формальным признаком, характеризующим ПОЭЗ, является степень их неопределенности, которая проявляется не только в неточности (или неполноте) информации об исходных данных, но также и в неопределенности между принятым на основе ПОЭЗ решением и его исходом. По этому признаку (в теории принятия решений он получил название «определенность—риск—неопределенность») ПОЭЗ можно разделить на три больших класса.

1. ПОЭЗ в условиях определенности (или детерминированные ПОЭЗ). Они характеризуются однозначной, детерминированной связью между решением задачи и его исходом, т.е. оперирующей стороне относительно каждой стратегии заранее, до проведения операции, известно, что она неизменно приводит к определенному конкретному результату.

2. ПОЭЗ в условиях риска (или стохастические ПОЭЗ). Они характеризуются вероятностной связью между принятым решением и его исходом. В этом случае каждая стратегия оперирующей стороны может привести к одному из множества возможных исходов, причем каждый исход имеет определенную вероятность появления. Предполагается, что экономисту-аналитику эти вероятности заранее, до принятия решения, полностью известны (или могут быть определены с любой требуемой для целей исследования степенью точности).

3. ПОЭЗ в условиях неопределенности. Они характеризуются тем, что любое принятое решение может привести к одному из множества возможных исходов, вероятности появления которых неизвестны.

Наличие или отсутствие в рассмотренных ПОЭЗ зависимости критерия оптимальности и дисциплинирующих условий от времени позволяет классифицировать их на *статические* и *динамические*. В статических ПОЭЗ критериальная функция и функции ограничений не зависят от времени. В динамических ПОЭЗ в качестве критерия оптимальности обычно выступает функционал, а в составе дисциплинирующих условий присутствуют дифференциальные связи.

Кроме того, в зависимости от количества целей решения задачи и соответствующих им критериев оптимальности рассмотренные ПОЭЗ можно разделить на *однокритериальные (скалярные)* и *многокритериальные (векторные)*.

Рассмотренная классификация ПОЭЗ предложена в рамках рациональной или формально-математической (количественной) теории принятия решений, в которой постановки задач носят исключительно формализованный характер. В свою очередь, многие ПОЭЗ в своей изначальной постановке имеют концептуальный (творческий) характер, т.е. решаются «на уровне идей». Более того, в сложных ситуациях эти задачи уникальны в том смысле, что они решаются впервые и не имеют прототипов в прошлом. При решении таких задач наибольший вес имеют не

формально-математические методы, а эрудиция, опыт, интуиция и морально-этические представления лица, принимающего решения. Формальные методы здесь также очень важны, но они играют вспомогательную роль как средство, облегчающее и организующее его эвристическую деятельность.

Говоря в дальнейшем о научно-методическом аппарате решения ПОЭЗ, будем иметь в виду, что возможна корректная формализованная постановка задачи. Следует учитывать, что адекватный переход от концептуальной к формализованной постановке задачи (или совокупности формализованных постановок) является больше искусством, чем наукой, и представляет наибольшую трудность. В связи с этим важны промежуточные постановки (модели) задач, позволяющие более точно определить их сущность с формальной точки зрения. На наш взгляд, такими постановками могут быть постановки задач в рамках кибернетической модели управления. С кибернетических позиций можно выделить три основных типа задач управления: 1) задачи стабилизации системы; 2) задачи выполнения программы; 3) задачи слежения.

*Задачами стабилизации системы* (в нашем случае экономической системы) являются задачи поддержания ее параметров  $Y$  (например, финансовой устойчивости, рентабельности, деловой активности) вблизи некоторых неизменных значений  $Y_0$ , несмотря на действия возмущений  $Z$  (например, повышение ставки налога на прибыль, снижение покупательной способности населения), влияющих на значения  $Y$ .

*Задача выполнения программы* возникает в случаях, когда заданные значения управляемых величин  $Y_0$  изменяются во времени заранее известным образом, например, когда при проведении технологической модернизации предприятия разрабатывается поэтапный план ввода в эксплуатацию нового и демонтажа старого оборудования. В этом случае изменение соотношения нового и старого оборудования можно рассматривать как движение предприятия по оси «технологическая вооруженность» в  $n$ -мерном фазовом пространстве по заранее известной траектории (программе)  $p_0$ .

В тех случаях, когда изменение заданных значений управляемых величин заранее неизвестно и эти величины должны изменяться в зависимости от других величин, возникает *задача слежения*, т.е. как можно более точного соблюдения соответствия между текущим состоянием данной системы и состоянием другой системы. Характерным примером задачи слежения является задача соблюдения договоренностей о пропорциях добычи нефти между странами — членами ОПЕК — в условиях изменения мировых цен на нефть.

При управлении экономическими системами, как правило, одновременно решаются все три вышеперечисленные задачи управления. Кроме того, в каждом из рассмотренных типов кибернетических задач можно выделить подтип задач оптимального управления. Их постановки характеризуются тем, что в них вводится понятие оптимальности, требующее наилучшим образом выполнить задачу при заданных ограничениях. Само понятие оптимальности конкретизируется для

каждого отдельного случая и представляет собой задачу концептуального (творческого) характера.

Таким образом, проведенный с формальных позиций анализ ПОЭЗ позволяет построить их классификационную схему (рис. 1) и сформулировать следующие выводы:

— рассматриваемые задачи в большинстве случаев имеют многоаспектный характер, что требует для их решения привлечения знаний из различных предметных областей;

— обязательной частью решения рассматриваемых задач является блок математического обоснования, вес (значимость) которого может меняться в зависимости от существования решаемой задачи, но при этом значение веса практически всегда является достаточно большим;

— рассматриваемые задачи в своей изначальной постановке являются задачами концептуального (творческого) характера, решение которых должно строиться в совместном применении формальных и неформальных процедур. Возможный подход к решению таких задач состоит в следующем:

декомпозиция задачи на ряд согласованных частных (локальных) задач; решение творческими методами (опыт, эрудиция, интуиция и т.п.) частных задач, не поддающихся формализации (или для которых формализация нецелесообразна), и решение математическими методами задач, поддающихся формализации; согласование результатов решений частных задач и получение окончательного результата.

Классификационная схема ПОЭЗ послужила исходной посылкой для обоснования структуры и состава научно-методического аппарата, ориентированного на их решение. Разработка подобного методического аппарата с формальных позиций представляет собой задачу синтеза автомата, осуществляющего обработку информации. Входными сигналами такого автомата являются задачи, на решение которых он должен быть проблемно ориентирован, а выходными сигналами — собственно решения этих задач.

Учитывая, что при разработке научно-методического аппарата имеет место целенаправленный процесс воспроизведения заданной совокупности функций, в основу его синтеза должен быть положен функционально-структурный подход, который основывается на предположении первичности функционального назначения системы по отношению к ее структурной организации. Наиболее полно функционально-структурный подход исследован Е.П. Балашовым, им же сформулированы основные положения по построению (развитию) сложных систем на основании данного подхода [1]. Применительно к синтезируемому научно-методическому аппарату эти положения могут быть сформулированы следующим образом:

— структура и состав научно-методического аппарата определяются совокупностью задач, на решение которых он ориентирован;

— между входной задачей и элементами методического аппарата в общем случае может существовать более одного соответствия;

— появление новых задач потребует введения в методический аппарат новых «решающих» элементов или образования из старых элементов синергетических конфигураций.

С позиций функционально-структурного подхода задачу разработки научно-методического аппарата можно сформулировать как синтез такой его структуры и состава, при которых: а) вероятность нахождения допустимых отображений поступающих на вход научно-методического аппарата задач на множество его элементов стремится к максимуму; б) ресурсы на разработку научно-методического аппарата не превышают допустимых:

$$P(f: Z \rightarrow X) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$R \leq R_{\text{зад}},$$

где  $Z$  — множество задач, поступающих на вход научно-методического аппарата;  $X$  — множество элементов, образующих научно-методический аппарат;  $f: Z \rightarrow X$  — допустимое отображение (т.е. отображение задачи на элемент методического аппарата, позволяющего решить задачу);  $P(f: Z \rightarrow X)$  — вероятность нахождения допустимых отображений;  $R_{\text{зад}}$  — ресурсы, выделенные на разработку методического аппарата.

Исходя из постановки (1) можно сформулировать следующие выводы:

1) синтезируемый методический аппарат должен обладать логичной (приспособленной для поиска) структурой, позволяющей за приемлемое время с достаточной большой вероятностью находить требуемый «решающий» элемент (методику);

2) в состав синтезируемого методического аппарата в первую очередь должны быть включены элементы (методики) решения наиболее часто встречающихся (типовых) задач;

3) состав синтезируемого методического аппарата должен обладать достаточным разнообразием.

В связи с первым выводом может быть предложена иерархическая структура методического аппарата, в значительной степени совпадающая с иерархической структурой классификационной схемы ПОЭЗ (рис. 1). Такой подход является вполне оправданным, так как подобная структура позволяет строить нисходящее «дерево» решения задачи последовательным логичным образом. Отличие структуры методического аппарата от структуры классификационной схемы ПОЭЗ заключается в том, что в первой из них отсутствуют (или могут отсутствовать) определенные ветви, родительскими узлами которых являются задачи, не решаемые формальными методами. Это касается главным образом неформализуемых задач или задач, для которых формализация не целесообразна или в значительной степени затруднена<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Граница между формализуемыми и неформализуемыми задачами является расплывчатой. Примером тому могут служить экспертные системы, в которых заложен опыт (правила) решения неформализуемых задач. Вместе с тем экспертные системы функционируют по определенным алгоритмам, представляющим собой формальное видение инженеров по знаниям неформальных методов решения задач опытными специалистами.

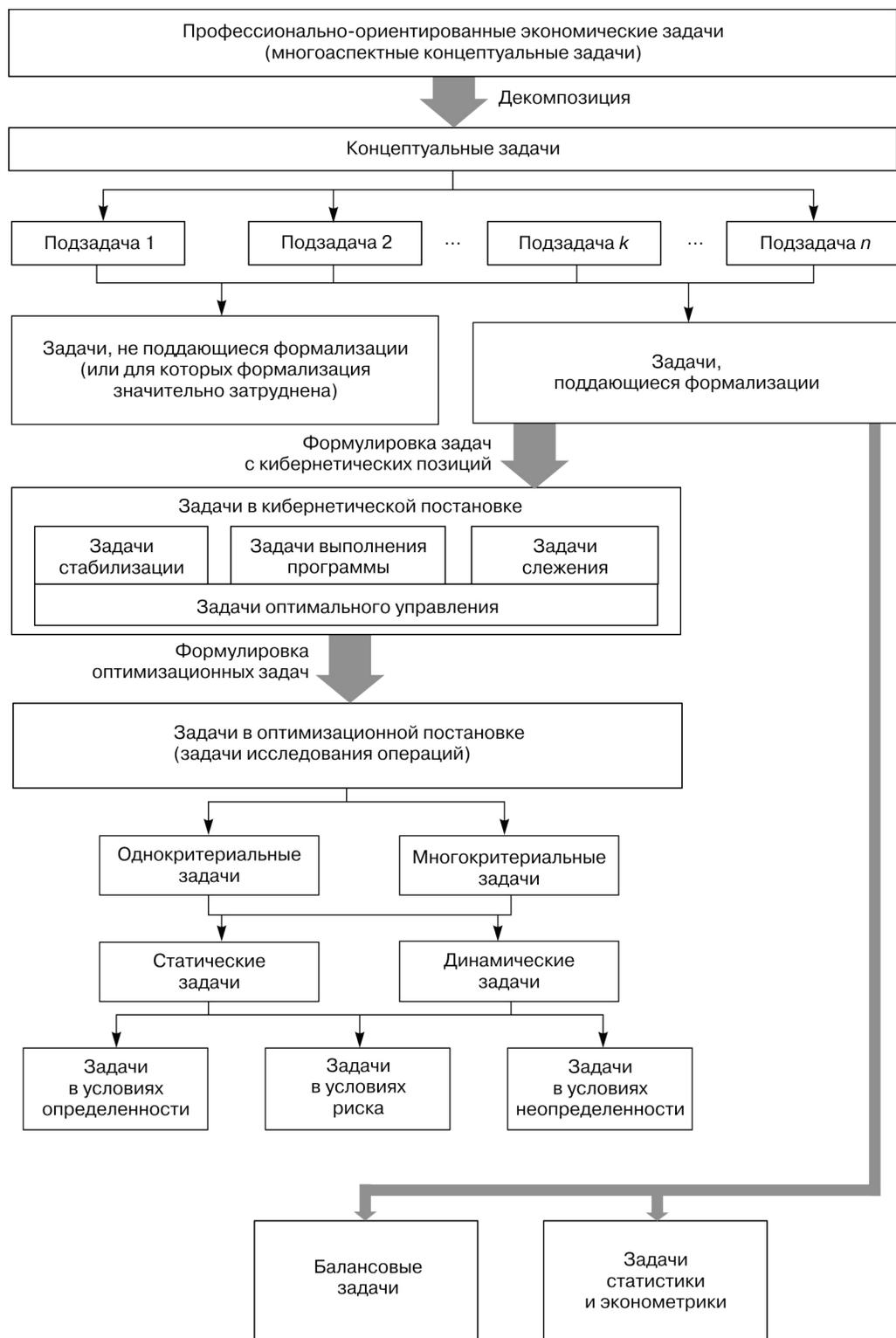


Рис. 1. Классификационная схема профессионально-ориентированных экономических задач

Однако и среди этого класса задач существуют такие, при решении которых могут успешно применяться формальные методы (например, методы обработки экспертной информации). Кроме того, в предлагаемой структуре могут отсутствовать ветви и некоторых формализуемых задач. Это объясняется тем, что методический аппарат решения таких задач находится в стадии становления и не имеет пока существенного практического значения.

Предложения по второму выводу связаны с определением элементов (методик), подлежащих включению в синтезируемый методический аппарат в первую очередь. Формулировку таких предложений целесообразно осуществлять после анализа конкретных направлений интеллектуальной деятельности экономистов-аналитиков.

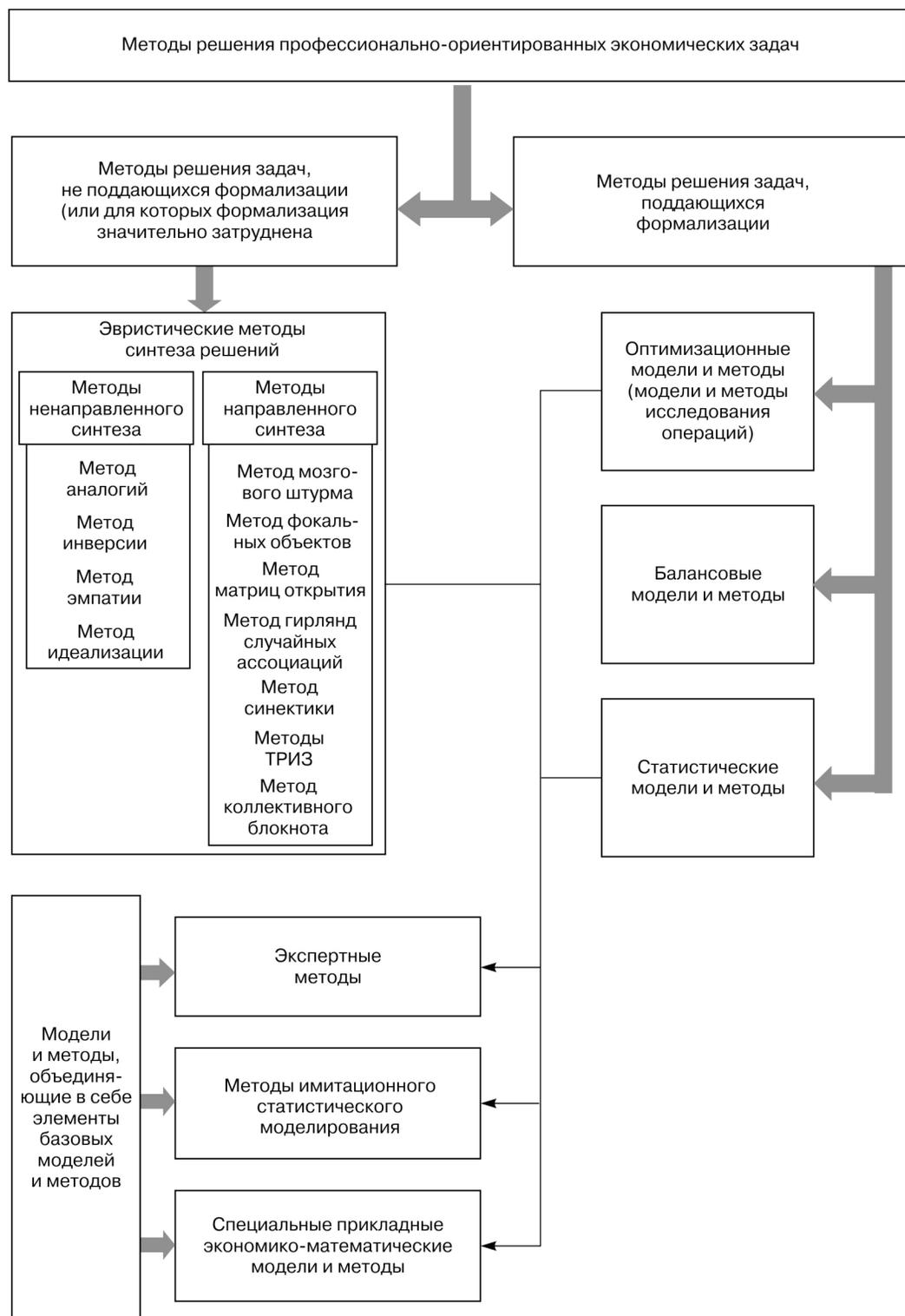
Предложения по третьему выводу связаны с определением состава методического аппарата и основываются на предложенной классификационной схеме ПОЭЗ и законе необходимого разнообразия Эшби, согласно которому для того, чтобы система была способна справиться с решением задачи, обладающей известным разнообразием, необходимо, чтобы система обладала еще большим разнообразием, чем разнообразие решаемой задачи или была способна создать в себе это разнообразие [3].

Таким образом, неравенство  $\text{card}X \geq \text{card}Z$  является необходимым, но недостаточным условием решения всего множества задач, поступающих на вход методического аппарата. Кроме того, согласно закону необходимого разнообразия, необходимо также существование отображения  $f: Z \rightarrow X$ .

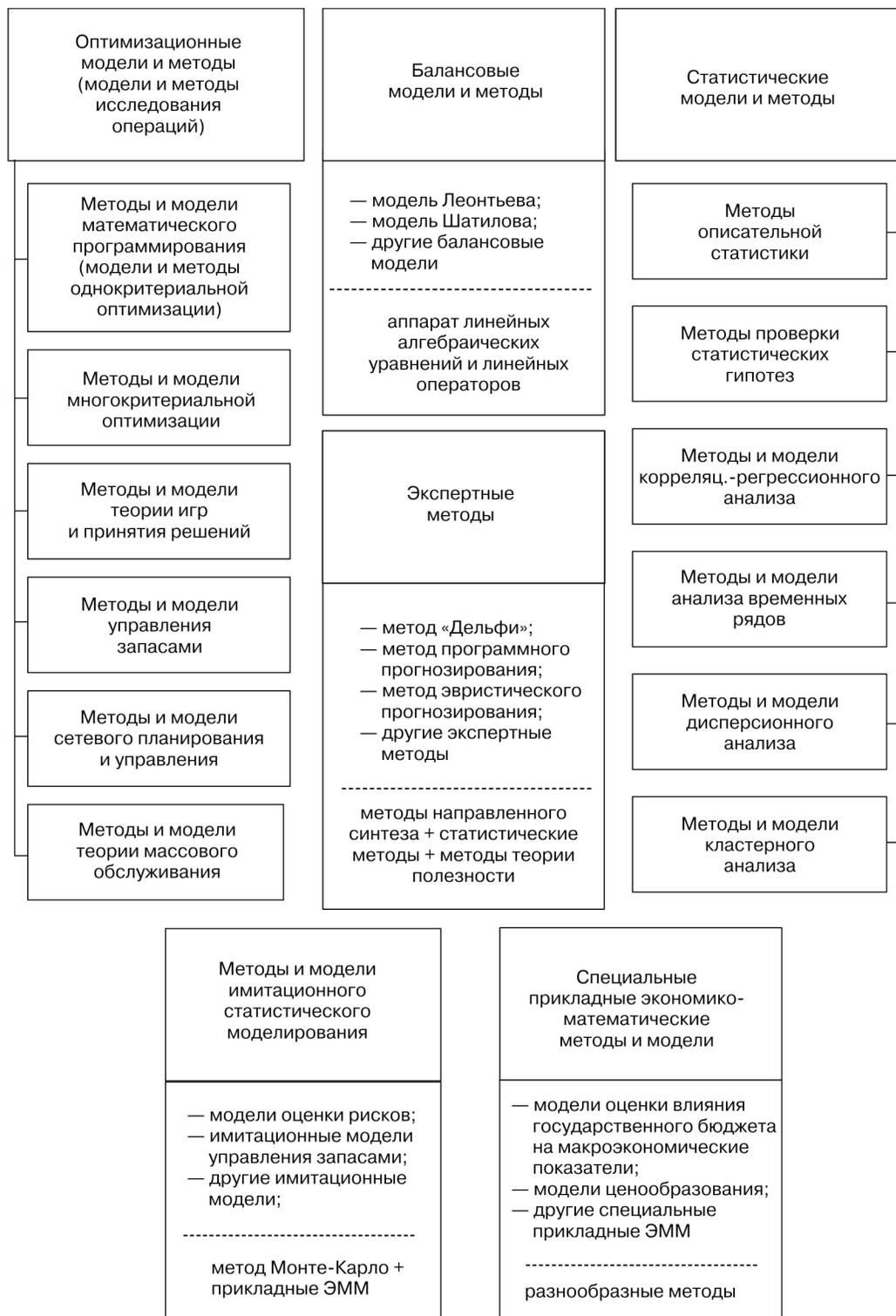
Безусловно, методический аппарат, для которого выполняются указанные соотношения, является гипотетической идеальной моделью, обладающей предельной универсальностью. Построение такого аппарата вряд ли является возможным, да и практически не целесообразно. Вместе с тем такая модель помогает очертить контуры реального научно-методического аппарата, возможная концептуальная структура и состав которого представлены на рис. 2 и рис. 3.

Предложенная концептуальная модель научно-методического аппарата решения ПОЭЗ не является окончательной, ее следует рассматривать как открытую динамическую систему, развивающуюся в соответствии с потребностями современной аналитической практики в сфере экономики и финансов. Последний уровень научно-методического аппарата может быть более детализирован и доведен до конкретного метода (алгоритма), приводящего к решению задачи (например, на рис. 2 в детализированном виде представлены эвристические методы синтеза решений).

Предложенная классификационная схема ПОЭЗ и концептуальная модель научно-методического аппарата их решения могут быть с достаточным основанием положены в основу системы информационно-аналитической подготовки студентов экономических вузов. В рамках дидактического проектирования такой системы предложенные элементы трансформируются в граф согласования профессионально-ориентированных экономических задач с элементами математического аппарата [2].



**Рис. 2.** Концептуальная модель научно-методического аппарата решения профессионально-ориентированных экономических задач



**Рис. 3.** Концептуальная структура и состав научно-методического аппарата

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Балашов Е.П.* Эволюционный синтез систем. — М.: Радио и связь, 1985.
- [2] *Трофимец Е.Н.* Наглядное моделирование экономических явлений и процессов как средство интеграции математических знаний в процессе обучения математике студентов экономических специальностей вузов: Дисс. ... канд. пед. наук. — Ярославль: ЯГПУ, 2004.
- [3] *Эшби У.Р.* Введение в кибернетику. — М., 1959.

## CONCEPTUAL MODEL OF THE SCIENTIFICALLY-METHODICAL DEVICE DECISIONS IS PROFESSIONAL-FOCUSED ECONOMIC PROBLEMS

**E.N. Trofimets**

Higher mathematics chair  
The Yaroslavl state technical university  
*The Moscow ave., 88, Yaroslavl, Russia, 150023*

The conceptual model of the scientifically-methodical apparatus of the solution of the is professional-oriented economic problems as an element of system of informational-analytical preparation of students of economic high schools is observed.

**Key words:** education, information-analytical technologies, the student, an economic problem, computer modelling.