

## ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАДАЧАХ СЦЕНАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

*В статье рассмотрены основные аспекты применения информационных технологий для решения задач сценарного планирования. Приведена классификация сценариев и методов сценарного планирования. Представлена схема обработки информации при построении сценариев. Описан многомодельный подход к решению задач сценарного планирования. Представлена архитектура информационно-аналитической системы.*

**Ключевые слова:** сценарное планирование, сценарий, информационная модель, эффективность, информационные технологии,

*У статті розглянуті основні аспекти використання інформаційних технологій для вирішення задач сценарного планування. Приведена класифікація сценаріїв і методів сценарного планування. Представлена схема обробки інформації при побудові сценаріїв. Описано багатомодельний підхід до вирішення задач сценарного планування. Представлена архітектура інформаційно – аналітичної системи.*

**Ключові слова:** сценарне планування, сценарій, інформаційна модель, ефективність, інформаційні технології

*The basic aspects of application of information technologies are considered in the article for the decision of tasks of scenario planning. Classification of scenarios and methods of the scenario planning is resulted. The chart of treatment of information is presented at the construction of scenarios. The multimodel going is described near the decision of tasks of the scenario planning. Architecture of information and analytical system is presented.*

**Key words:** scenario planning, scenario, informative model, efficiency, information technologies,

### Введение

Одним из основных методов решения задач долгосрочного и стратегического планирования, который активно используется последние три десятилетия является сценарное планирование. Сценарное планирование является мощным инструментом дающим возможность предугадывать будущие изменения на различных уровнях и этапах решения проблемы.[1, 6] **Сценарное планирование** (*scenario planning*) – это совместное применение методов сценарного анализа и методов стратегического планирования. Сценарное планирование имеет своей целью системологическое изучение альтернативных вариантов развития событий и обоснованный выбор наиболее эффективного варианта. Главный инструмент сценарного планирования – сценарный анализ. Этот метод применяется для стратегического управления процессами с высоким уровнем неопределенности, которые протекают в динамично изменяющейся среде. Сценарный анализ должен дать набор детальных описаний последовательности событий, которые с прогнозируемой вероятностью могут привести к желаемому или планируемому конечному состоянию или к возможным исходам, при рассматриваемых вариантах развития событий.

При этом необходимо отметить, что **сценарий** – это многосвязная динамическая пространственно-временная структура, состоящая из событий (состояний), которые связаны между собой множеством связей (целей). Множество целей можно определить как множество инвариантов, как для отдельных этапов, так и для всего сценария в целом. Кроме того Сценарий является одним из способов снятия той неопределенности, которая сопутствует процессу прогнозирования и принятия решений, а также способом перевести неопределенность будущего в частично управляемый со стороны лица принимающего решение (ЛПР) процесс [8,10].

В начале 1980-х годов концепция сценарного планирования превратилась в сложную методику прогнозирования, отличную от других количественных подходов к долгосрочному планированию. На сегодняшний момент существует несколько разных методологий сценарного планирования, которые отличаются концептуально и применением различных методов, наиболее известные из которых:

- **StratX** (Сценарии в области развития телекоммуникационных систем) [10]

- Методология европейской комиссии SF-SA[11]
- MICMAC (Сценарии в области сталелитейной промышленности) [10]
- Методология GENERON CONSULTING[10]
- Методология GBN[10,13]
- Методология TERRA (INTERNATIONAL FUTURES) [10]
- Методология SAMI CONSULTING [13]
- Методология SCMI [12]
- Методология SRI Consulting Business Intelligence [14]
- Методология ICL [10]
- Методология TAIDA [6]
- Методология технологического предвидения (ИПСА НТУ «КПИ») [1,2]
- Системная технология анализа и генерации сценариев[5]

На основе анализа различных источников построена классификация сценариев, которая представлена на рис. 1.

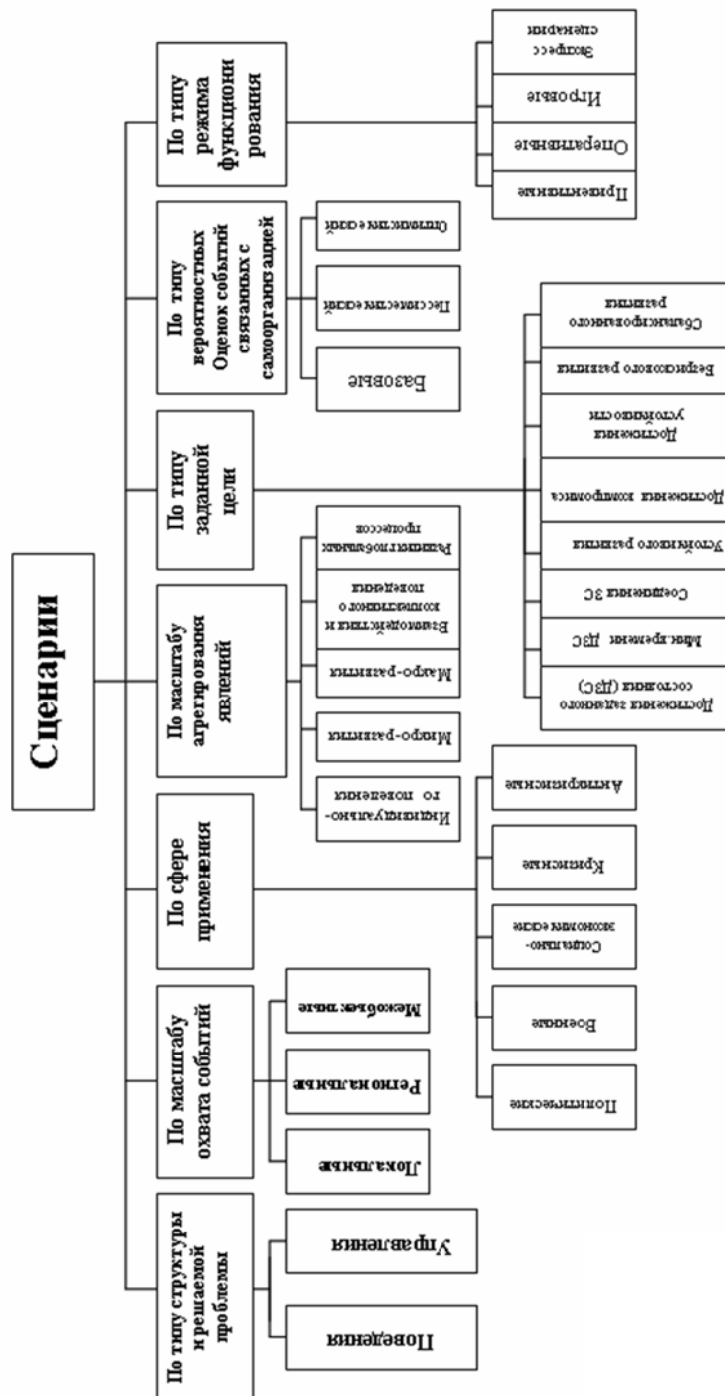


Рис. 1. Классификация сценариев

На основе этой классификации по типу решаемых задач можно выделить следующие типы сценариев:

- Сценарии поведения
- Сценарии управления
- Сценарии развития
- Сценарии игровые
- Сценарии предназначенные для обучения

Данные типы сценариев позволяют на этапе построения структуры сценария уточнить функции и цели сценария.

В результате анализа различных методологий построения сценариев и различных сценариев были выделены основные аспекты применения информационных технологий для решения задач сценарного планирования:

1. Информационное моделирование для точного построения структур сценариев;
2. Решение задач принятия решений на основе многомодельного и многокритериального подхода;
3. Многокритериальное оценивание эффективности сценариев на этапе создания и в процессе реализации;
4. Создание информационно-аналитических систем с открытой архитектурой для решения задач сценарного планирования.

#### Информационное моделирование

Для более детального описания сценарной структуры применяется информационная модель сценария. Информационная модель сценария описывается с помощью следующего множества элементов:

$$S = \{Fs, Gs, Cs, Ss, Rs\}, \quad (1)$$

где  $Fs = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$  – множество функций, которые реализуются в сценарии;

$Gs$  – множество целей, которые необходимо достичь с помощью сценария;

$Cs$  – множество ограничений на входные и исходные параметры сценария;

$Ss$  – множество событий сценария.

$Rs$  – множество связей между событиями сценария.

Множество ограничений  $Cs = Cs_{in} \cup Cs_{out}$  включает два подмножества. Первое подмножество  $Cs_{in} = \{Cs_{in}^1, Cs_{in}^2, \dots, Cs_{in}^k\}$  включает ограничение на входные параметры,  $Cs_{out} = \{Cs_{out}^1, Cs_{out}^2, \dots, Cs_{out}^m\}$  – ограничение на выходные параметры сценария. Каждый элемент для  $i$ -го входного  $Cs_{in}^i$  или  $j$ -го выходного  $Cs_{out}^j$  элемента включает значение ограничений  $Cs_{in}^i = \{Cs_{in,low}^i, Cs_{in,high}^i\}$  и  $Cs_{out}^j = \{Cs_{out,low}^j, Cs_{out,high}^j\}$ . Следует отметить, что количество подмножеств множественного числа  $Ss$  может расти в зависимости от детализации описания и по мере расширения области построения сценариев.

Множество связей представлено как подмножество связей каждого этапа сценария  $Rs = \{rs_1, rs_2, \dots, rs_z\}$ . Каждый элемент подмножества описывает набор входных и исходных связей с другими элементами структуры сценария (событиями). Разработанная информационная модель сценария дает возможность описать сценарий и использовать ее в процессе построения сценария для сохранения данных об интегральной структуре сценария.

На рис. 2 представлена общая схема обработки информации при решении задач сценарного планирования.

Необходимая информация для построения сценариев обрабатывается и формируется экспертами, которые определяют цели  $Gs$ , ограничения  $Cs$  и функции  $Fs$  на различных этапах построения сценариев. Далее информация обрабатывается с помощью информационной системы. В общем случае система может состоять из трех основных подсистем, в которых решаются следующие задачи: анализа информации, генерации сценариев, принятия решений. В результате работы системы на первом этапе формируется множество альтернативных сценариев, из которых затем и определяется наиболее оптимальный сценарий. Определение наиболее оптимального сценария осуществляется с помощью процедур экспертного оценивания и принятия решений в которых должны быть отражены наиболее полно все аспекты решаемой задачи.

#### Решение задач принятия решений на основе многомодельного и многокритериального подхода

Отражение всех основных аспектов в проблемах выбора эффективных решений может быть достигнуто посредством многомодельного подхода, когда выбор решений производится с привлечением не одной, а нескольких, как правило, разнородных математических моделей. Совокупность же различных требований, которые предъявляются к решениям, приводит к многокритериальной постановке задач выбора эффективных решений, поскольку для большинства требований представление их в виде ограничений не может быть признано обоснованным из-за отсутствия некоторых исходных данных для такого представления.[4] Таким образом, проблемы сценарного планирования должны ставиться и решаться как задачи многокритериального и многомодельного выбора эффективных решений на комплексе нескольких математических моделей. При этом необходимо выделить следующие задачи:

- выбор множества решений (альтернатив), которые наиболее эффективны для решения задач построения сценариев при заданных внешних условиях;
- обоснование критериев для оценки эффективных решений при построении сценариев и распределение их по моделям;

- объединение решений (моделей) в единый комплекс, для решения задач сценарного планирования, например для задачи многокритериального выбора структуры сценария;
- внутримодельное и межмодельное согласование (упорядочение) критериев.

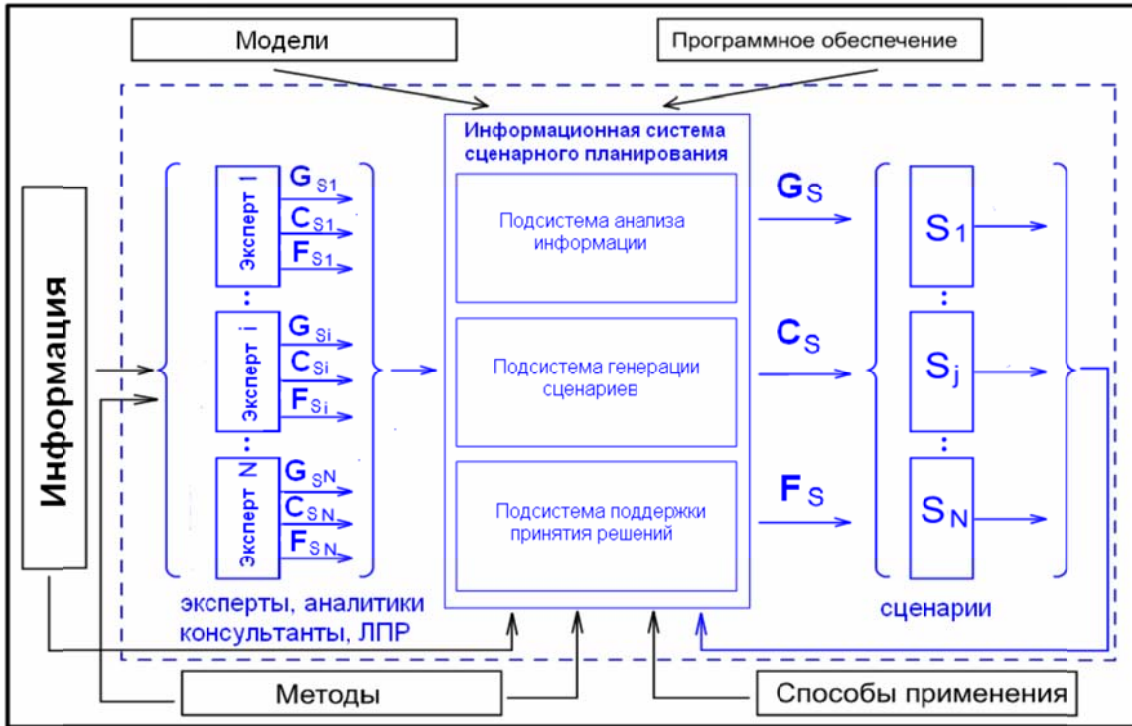


Рис. 2. Структура обработки информации при решении задач сценарного планирования

На рис. 3 представлен учет основных аспектов при многомодельном выборе эффективных по многим критериям решений, связанных с решениями задач сценарного планирования.

В указанных моделях учет основных аспектов при решении проблем, связанных с построением эффективных сценариев и подбором математических моделей, а именно: определение множества сценариев и определение структуры сценария, возможная оптимизация целевых функций, учет динамики изменения сценарного пространства, учет основных неопределенностей при построении структуры сценария, а также учет влияния внешней среды – возможен в некоторых моделях полностью, а в других только частично.

Разработанная информационная модель сценария дает возможность описать сценарий и использовать ее в процессе построения сценария для сохранения данных об интегральной структуре сценария.

Будем отождествлять решения  $x$  из множества допустимых вариантов решений  $X_{s\beta}$  с математической моделью  $M_v$ , в рамках которой могут быть найдены оптимальные решения  $x$  :

$$M_v = \langle x \in X_{s\beta}, f_j(x), j \in J_v \rangle, \quad (2)$$

где  $f_j(x)$  – критерий, принимающий значения в некоторой шкале измерений и по которому оценивается решение  $x$ ;  $j \in J_v$  – множество индексов (номеров) элементов множества критериев  $v$ -ой модели;  $v$  – номер модели.

В общем случае каждое решение может оцениваться одним или совокупностью показателей в рамках одной или более двух моделей. В рамках  $v$ -ой модели  $M_v$  решения можно упорядочить в соответствии с некоторым критерием, среди которых может быть и оптимальное решение  $x^*$  как решение оптимизационной задачи на максимум или на минимум (экстремум).

$$f_j(x) \rightarrow \underset{x \in X_{s\beta}}{extr}. \quad (3)$$

Следует отметить, что если некоторое решение оценивается по одному критерию, т. е.  $|J_v| = 1$ , то речь идет о задаче однокритериальной оптимизации, а если решение по построению сценария оценивается по двум и более критериям, т. е.  $|J_v| > 2$ , то речь идет о задаче многокритериальной оптимизации. Обозначим через  $M$  множество моделей в рамках которых определяются решения при разработке сценариев, и представим формально задачу многокритериального и многомодельного выбора эффективных решений при построении сценариев в виде следующей математической структуры:

$$St^M = \langle B(M), \{r_i^{M(\alpha)}\}_{i \in N_1^M}, \{r_i^{M(\beta)}\}_{i \in N_2^M} \rangle, \quad (4)$$

где  $B(M)$  – множество всех подмножеств (булеан) множества  $M$ ;

$r_i^{M(\alpha)}$  – бинарные отношения, заданные на множестве (булеане), которые отражают предпочтения выбора совокупности моделей (решений) такие, как несложность моделей, степень адекватности внешним условиям, минимальное число моделей и др.;

$r_i^{M(\beta)}$  – отношения, задающие ограничения, которые накладываются на выбор семейства моделей – решений (отражение всех основных аспектов проблем построения эффективных сценариев, полнота функций модельного исследования, невозможность применения того или иного класса моделей и пр.).



Рис. 3. Многомодельный выбор эффективных решений

Результатом выбора на математической структуре  $S^M$  (4) является некоторый элемент  $M^*$  булеана  $B(M)$ , т. е. подмножество из  $M$ :

$$M^* = \{m_v\}_{v \in J^*} \subseteq M, \tag{5}$$

где  $J^*$  – множество индексов элементов множества  $M^*$ .

Пусть через  $F = \{f_i\}_{i \in J}$  обозначено множество критериев, по которым оцениваются качественные показатели. Рассмотрим отображение

$$M^* \rightarrow B(F), \tag{6}$$

сопоставляющее каждой модели из  $M^*$  подмножество критериев. Семейство всех отображений вида (6) обозначим через  $[B(F)]^{M^*}$ .

Теперь задачу распределения критериев оценки качества и эффективности решений разработке сценариев по моделям можно представить в виде следующей математической структуры выбора:

$$St^F = \left\langle [B(F)]^{M^*}, \{r_i^{F(\alpha)}\}_{i \in N_1^F}, \{r_i^{F(\beta)}\}_{i \in N_2^F} \right\rangle \quad (7)$$

где  $r_i^{F(\alpha)}$  – отношения, отражающие предпочтения в распределении критериев по моделям, например минимум числа критериев в каждой модели, стремление к дублированию критериев в разных моделях и пр.;

$r_i^{F(\beta)}$  – отношения, задающие ограничения в указанном распределении (полнота учета всех критериев в комплексе моделей, невозможность представления определенных критериев в той или иной модели, неоптимизируемый характер некоторой модели и др.).

Результатом выбора на структуре (7) является семейство кортежей вида  $\langle m^*, F_{m^*} \rangle$ , сопоставляющих каждой модели (управленческому решению) из комплексов, набор критериев  $F_{m^*}$ :

$$\{ \langle m^*, F_{m^*} \rangle \}_{m^* \in M^*} \in [B(F)]^{M^*}$$

В частном случае, если некоторая модель (решение)  $m^*$  из  $M^*$  не является оптимизационной, то соответствующее подмножество критериев пусто:  $F_{m^*} = \emptyset$ . Объединение наборов критериев  $F_{m^*}$  по всем моделям  $m^*$  из  $M^*$  должно образовывать покрытие исходного множества критериев  $F$  (полнота учета всех критериев):

$$\bigcup_{m^* \in M^*} F_{m^*} = F$$

Задачу согласования критериев в пределах отдельных моделей можно представить в виде следующих математических структур выбора:

$$St^{m^*} = \left\langle \langle m^*, F_{m^*} \rangle, PS^{m^*}, \{r_i^{m^*(\alpha)}\}_{i \in N_1^{m^*}}, \{r_i^{m^*(\beta)}\}_{i \in N_2^{m^*}} \right\rangle, \quad (8)$$

где  $PS^{m^*}$  – множество возможных правил согласования семейства критериев внутри модели  $m^* \in M^*$  (правил перехода от совокупности критериев  $F_{m^*}$  к результирующему отношению предпочтения);

$r_i^{m^*(\alpha)}$  и  $r_i^{m^*(\beta)}$  отношения, задающие соответственно предпочтения и ограничения при выборе правила внутри модельного согласования критериев.

Результатом выбора на структуре (8) являются правила построения результирующих отношений предпочтений  $PS^{m^*}$ ,  $m^* \in M^*$ . Обозначим через  $\pi$  множество возможных принципов межмодельного согласования (увязки моделей из  $M^*$  в единую систему) и представим проблему объединения совокупности  $M^*$  в единый комплекс в виде следующей математической структуры выбора:

$$St^\pi = \left\langle M^*, \pi, \{r_i^{\pi(\alpha)}\}_{i \in N_1^\pi}, \{r_i^{\pi(\beta)}\}_{i \in N_2^\pi} \right\rangle, \quad (9)$$

Поскольку проблема многокритериального и многомодельного выбора эффективных решений  $x \in X_{s\beta}$  построения сценариев предусматривает решение задач выбора на структурах (7), (8) и (9), формально указанная проблема может быть представлена в виде следующей метаструктуры выбора:

$$St = \left\langle X_{s\beta}, St^M, St^F, \{St^{m^*}\}_{m^* \in M^*}, St^\pi, \{r_i^\beta\}_{i \in N_2} \right\rangle, \quad (10)$$

где через  $r_i^\beta$  обозначены отношения, ограничивающие выбор эффективных решений при построении сценария.

**Многокритериальное оценивание эффективности сценариев.** Не менее важным аспектом наряду с построением сценариев является оценивание эффективности сценария на этапе создания и в процессе реализации. [4, 7, 9]

Построение сценариев можно представить как многошаговый дискретный процесс принятия решений  $u(t) \in B(U)$  в дискретные периоды времени  $t$  (месяц, квартал, год) на интервале времени  $T = (t_0, t_1)$ , где  $t_0$  – начальный (базовый) период времени,  $t_1$  – текущий период времени,  $U$  – множество решений,  $(U)$  – множество всех подмножеств (булеан) множества  $U$ .

С формальной точки зрения эффективность процесса построения  $u(t)$  сценария на интервале времени  $T = (t_0, t_1)$  можно охарактеризовать векторным показателем:

$$F(u(t)) = (f_1(u_1(t)), f_2(u_2(t)), \dots, f_n(u_n(t))), \quad (11)$$

где  $f_1, f_2, \dots, f_n$  – частные целевые показатели, характеризующие набор решений  $u(t) = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_n(t))$ , принятых в  $t$ -ый период времени.

Поскольку речь идет не о выборе оптимального набора решений, а рассматривается задача построения обобщенной оценки эффективности сценария, то в векторном показателе  $f(u(t))$  (11) переменную  $u(t)$ , характеризующую набор решений, можно опустить. Эффективность процесса построения на интервале времени  $T = (t_0, t_1)$  сложного сценария  $x_p$  будем оценивать множеством (вектором) частных оценок по  $k$ -му показателю через  $y_p(t)$ :

$$y_p(t) = (y_p^1(t), y_p^2(t), \dots, y_p^n(t)), t \in T = (t_0, t_1), \quad (12)$$

где  $y_p^k(t) = f_k(x_p, t)$  – оценка эффективности  $x_p$  сценария по  $f_k(t)$  показателю ( $X$  – исходное множество вариантов сценариев);

$K = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$  – множество показателей, характеризующих эффективность сценария;  
 $t \in T = (t_0, t_1)$  – временной интервал деятельности ( $t_0$  – начальный (базовый) период времени,  $t_1$  – текущий период времени).

В качестве оценок показателей эффективности «идеального сценария», как подчеркивалось выше, выступают наилучшие и наихудшие значения оценок из известных сценариев по всем показателям в многомерном пространстве, осями которого служат показатели, оценивающие эффективность:

$$y_M = \left\{ y_k^M(t) \mid y_k^M(t) = \max_{x_p \in X} y_k^p(t), \forall t \in T, k \in J_k \right\}, \quad (13)$$

$$y_m = \left\{ y_k^m(t) \mid y_k^m(t) = \min_{x_p \in X} y_k^p(t), \forall t \in T, k \in J_k \right\}. \quad (14)$$

Тогда построение обобщенной оценки эффективности сценария сведется к построению некоторой агрегирующей функции оценок  $F_{\{f_k\}_{k \in J_K}}$ , отображающей векторную оценку эффективности развития за  $t$ -ый период времени  $(y_1^p(t), y_2^p(t), \dots, y_n^p(t))$  по полному семейству целевых показателей  $f_k$  ( $k \in J_K$ ) в обобщенную оценку  $y_i^\Sigma(x_p)$ :

$$F_{\{f_k\}_{k \in J_K}} : (y_1^p(t), y_2^p(t), \dots, y_n^p(t)) \rightarrow y_i^\Sigma(x_p), \quad (15)$$

где  $y_k^p(t) \in [y_k^m(t), y_k^M(t)]$  – оценка эффективности развития сценария по  $f_k$ -му показателю за  $t$ -й период деятельности сценария.

Обобщая изложенное, представим подход к оценке эффективности сценария, который сводится к ряду последовательно решаемых частных задач, а именно:

1. Определение показателей эффективности элементов сценария (решения, альтернативы) и их представление в виде иерархического дерева важности критериев.

Группировка показателей производится исходя из сходства их содержания. После проведения группировки структура исходных показателей может быть представлена в виде иерархического дерева важности критериев, на основании которого производится агрегирование оценок или последовательное сужение множества Парето.

2. Формирование шкал для оценивания (измерения) альтернатив по каждому показателю.

Выбор шкал, а именно: количественных или ординарных (качественных) и измерение (оценивание) альтернатив – выполняется по конечным критериям (нижний уровень дерева).

Для количественных оценок при построении обобщенной оценки с применением прямых методов агрегирования и сужения ядра Парето альтернатив, возникает необходимость нормировать абсолютные значения количественных оценок альтернатив. При наличии оценок альтернатив, измеренных в разных шкалах (количественных и качественных) может возникнуть проблема построения единой количественной или качественной шкалы.

3. Получение точек множества эффективных решений (Парето).

Для нахождения множества Парето возможно применение ряда методов. Так как мощность множества Парето часто сравнима с мощностью множества допустимых альтернатив, то для принятия окончательного решения необходимо осуществить процедуру выделения наилучшей альтернативы из множества эффективных.

4. Выделение наилучшей альтернативы методами агрегирования оценок альтернатив или методами последовательного сужения множества Парето.

Представленный подход к оценке обобщенной эффективности сценариев и их элементов позволяет осуществлять предварительное оценивание сценариев на этапе их разработки и проектирования.

**Информационно-аналитических системы с открытой архитектурой.** Кроме того, одним из важным аспектов использования информационных технологий при решении задач сценарного планирования, является построение информационно-аналитических систем (ИАС) для сопровождения процесса создания сценариев.

Использование информационно-аналитической системы сценарного планирования позволяет системно решать разнообразные задачи, направленные на прогнозирование развития ситуаций, развития сложных систем и процессов [3].

Данная ИАС обеспечит, для аналитиков и экспертов возможности решения широкого круга задач:

- задач статистического анализа данных;
- задач построения сценарных деревьев и деревьев решений;
- задач связанных с экспертным оцениванием данных, выявлением основных критериев и параметров исследования динамических характеристик систем;
- задач группового и многокритериального принятия решений;
- задач оценивания эффективности проектов и сценариев.

ИАС должна строиться по модульному принципу с открытой архитектурой, обеспечивающей возможность изменения конфигурации системы, а также вида и числа входящих в ее состав модулей и информационных

компонентов. Включаемые в ИАС математические модели и методы выбираются разработчиком сценария в зависимости от конкретной задачи сценарного планирования, информационной ситуации построения вариантов сценария при ориентации на решение определённого класса задач.

Основу ИАС составляют: подсистема анализа информации, подсистема построения сценариев, подсистема принятия решений и управляющий модуль, а также подсистема организации диалога и ввода в систему информации для формирования баз данных сценариев и их элементов. Для связи между подсистемами используется информационно-управляющая среда, которая обеспечивает передачу данных между отдельными модулями подсистем, управление процессом решения задач и сохранением и обработкой информации, необходимой для решения стоящих перед системой задач.

Адаптация системы для решения определенной задачи заключается в разработке методологии решения каждой из подзадач, выделении в архитектуре, системы специального, реализующего данную методологию, проектно-решающего модуля, а также создании базы имитационных моделей. Архитектура ИАС, адаптированной к задачам сценарного планирования, представлена на рис. 4.

Применение предложенной системы позволяет сократить временные затраты, необходимые для выработки как стратегических, так и тактических решений при разработке сценариев, а также минимизировать негативные последствия, связанные с их реализацией.

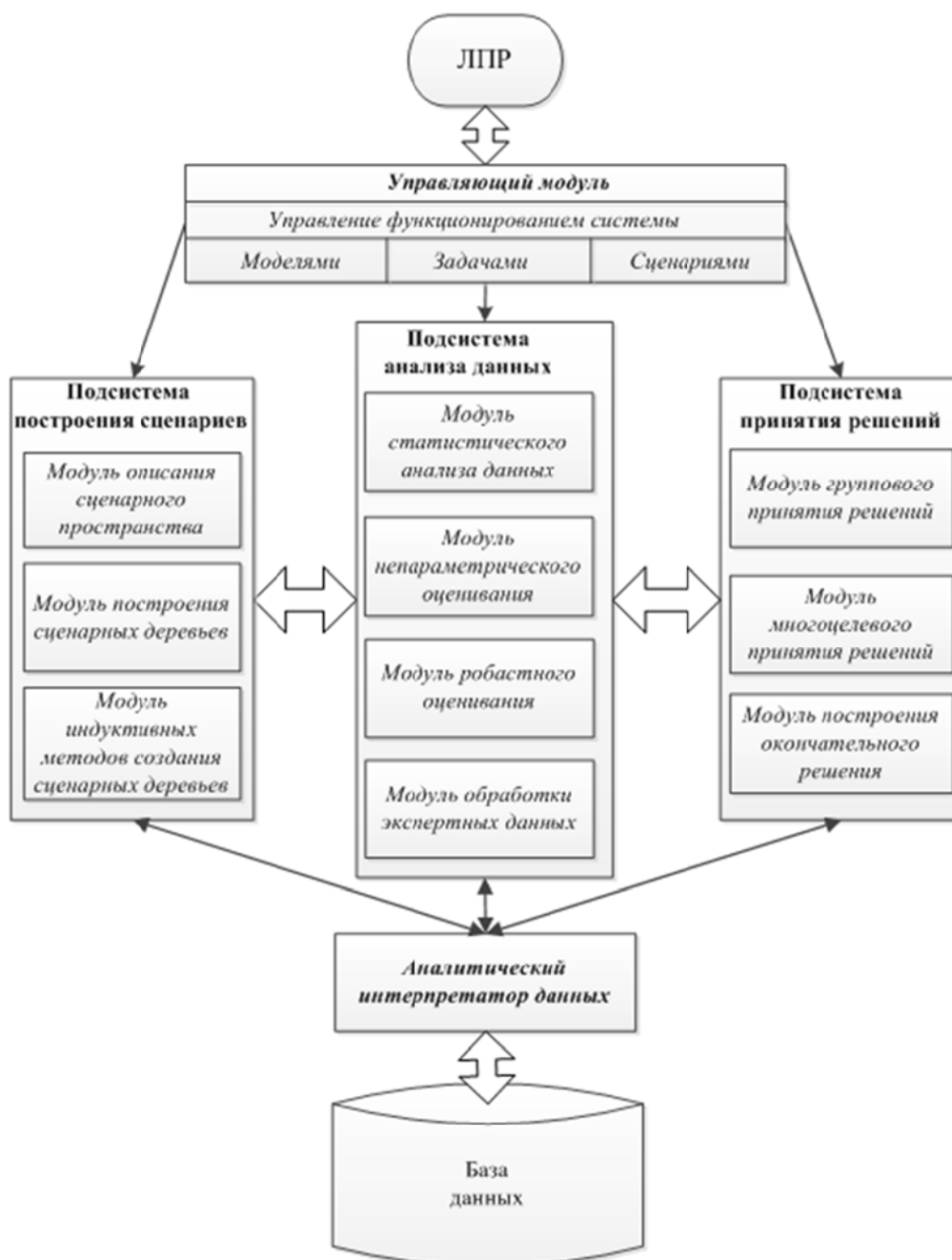


Рис. 4. Архитектура ИАС, адаптированной к решению задач сценарного планирования.



**Выводы.** Приведенный перечень аспектов применения информационных технологий для решения задач сценарного планирования не является полным, однако построение сценариев без учета приведенных выше особенностей решения задач сценарного планирования не будет являться эффективным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Згуровський М. З. Технологічне предвидение / М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова. – Київ : «Політехніка», 2005. – 154 с.
2. Згуровський М. З. Основи системного аналізу / М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова. – К., 2007. – 544 с.
3. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. – М. : Радио и связь, 1990. – 544 с.
4. Корнеев В. П. Методы оптимизации: методы решения многокритериальных задач / В. П. Корнеев, О. А. Рамеев. – М. : ИКСИ, 2007. – 380 с.
5. Коваленко И. И. Системные технологии генерации и анализа сценариев : монография. – Николаев : Изд-во НГТУ им. Петра Могилы, 2006. – 160 с.
6. Линдгрэн М. Сценарное планирование: связь между будущим и стратегией : [пер. с англ.] / М. Линдгрэн, Х. Бандхольд. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2009. – 256 с.
7. Меркурьев В. В. Семейство сверток векторного критерия для нахождения точек множества Парето / В. В. Меркурьев, М. А. Молдавский // Автоматика и телемеханика. – 1979. – № 1.
8. Мосягин А. А. Сценарное моделирование ситуаций при мониторинге потенциально опасных объектов // Технологии техносферной безопасности. – 2007. – Вып. 6.
9. Подиновский В. В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В. В. Подиновский, В. Д. Ногин. – М. : Наука, 1982. – 256 с.
10. Рингланд Д. Сценарное планирование для разработки бизнес-стратегии : [пер. с англ.]. – М. : ООО «ИД «Вильямс», 2008. – 560 с.
11. Mercer D. Scenarios made easy, Long Range Planning. – 1995. – Vol. 28. – № 4. – P. 81–86.
12. Schoemaker Paul J. H. Multiple Scenario Development: its conceptual and behavioral foundation // Strategic Management Journal. – 1993. – Vol. 14. – № 3. – P. 193–213.
13. Schnaars S. P. How to Develop Business Strategies from Multiple Scenarios In: Guth, W. D. Handbook of Business Strategy. – Boston, MA : Warren, Gosham and Lamont Inc., 1986.
14. Van der Heijden K. Scenarios, Strategies and the Strategy Process Nijenrode University Press. – 1997.