

УДК 004.89

И.В. Шостак<sup>1</sup>, П.А. Кожемяко<sup>1</sup>, И.В. Груздо<sup>2</sup><sup>1</sup> *Национальный аэрокосмический университет имени Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков*<sup>2</sup> *Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков*

## ПОДХОД К КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ ЭТАПА ОЦЕНКИ И УТОЧНЕНИЯ ИСХОДНОГО ПЕРЕЧНЯ ТЕМАТИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ В НАЦИОНАЛЬНЫХ ФОРСАЙТ-ПРОЕКТАХ

*Приведена постановка задачи компьютеризации этапа оценки и уточнения исходного перечня тематических направлений в национальных форсайт-проектах. Описана общая модель реализации национально-го форсайт-исследования. Приведены методы получения экспертных оценок. В качестве математического аппарата для решения поставленной задачи выбран метод анализа иерархий.*

**Ключевые слова:** *форсайт-проект, методы экспертных оценок, экспертные панели, перечень тематических направлений, метод анализа иерархий.*

### Введение

Представление о долгосрочных прогнозах на будущее представляет практический интерес для многих областей науки и техники. Многие решения принимаются на основании знаний о долгосрочных возможностях развития исследуемых объектов. Однако очень часто эти знания опираются лишь на исследования традиционных областей и тенденций. Это приводит к тому, что рано или поздно, фактор, который не учитывался по причине его новизны и нетрадиционности, становится ключевым.

Особое внимание следует фокусировать на новых факторах, а также на научно-технических и социальных инновациях, которые могут указать новые подходы к решению традиционных проблем.

Однако основной проблемой является то, что обычно изменения и решения происходят под воздействием какой-то отдельной группы экспертов, которая предлагает результат своих исследований и анализа как данность. Осуществление же Форсайта дает возможность гораздо большему числу специалистов самим принимать участие в выработке новых подходов к решениям определенных вопросов в своей профессиональной практике [1 – 6].

Национальная форсайт-методика [7] прогнозно-аналитических исследований, составленная Б.А. Малицким и др., основана на анкетировании групп экспертов, при этом компьютеризация процессов ограничена лишь фиксацией данных от экспертов и их статистической обработке. Следствием этого является недостаточная эффективность форсайт-проектов, реализуемых в Украине [2], прежде всего, из-за субъективности, присущей экспертному оцениванию.

### Основной раздел

#### 1. Цель и постановка задачи исследования

Цель статьи состоит в анализе текущего состояния проблемы компьютеризации форсайт-исследований, а также обзор метода анализа иерар-

хий (МАИ) для усовершенствования этапа формирования исходного перечня тематических направлений национальных форсайт-проектов.

В результате решения задачи будет произведен обзор текущего состояния развития форсайт-проектов и методов получения экспертных оценок, а также будет предложен метод анализа иерархий (МАИ) для усовершенствования этапа формирования исходного перечня направлений.

#### 2. Модель реализации национального Форсайта

В настоящее время отсутствует единая модель Форсайта [1], так как каждая страна адаптирует ее к своим условиям с учетом национальных интересов, используя различные методики прогнозирования будущего. Так, украинский вариант методологии Форсайт [2] предполагает реализацию набора этапов, путем анкетирования группы экспертов. М.А. Дановой и И.В. Шостаком были проанализированы пути автоматизации каждого из четырех этапов национального форсайт-проекта [3]. В результате этого анализа была предложена информационная технология поддержки форсайт-проектов в Украине, основанная на специализированной методике выбора приоритетов [8], которая позволит повысить эффективность процесса национальных форсайт-проектов, за счет полной их компьютеризации на основе формальных методов.

*Исходными данными* для реализации форсайт-проекта являются обязательные этапы национальной методологии прогнозно-аналитических исследований [4].

Национальная Форсайт-методика состоит из следующих этапов (рис. 1):

1. Формирование экспертных панелей, т.е. формируется численность и состав экспертной группы для участия в форсайт-проекте на основании оценки уровня компетентности каждого эксперта.

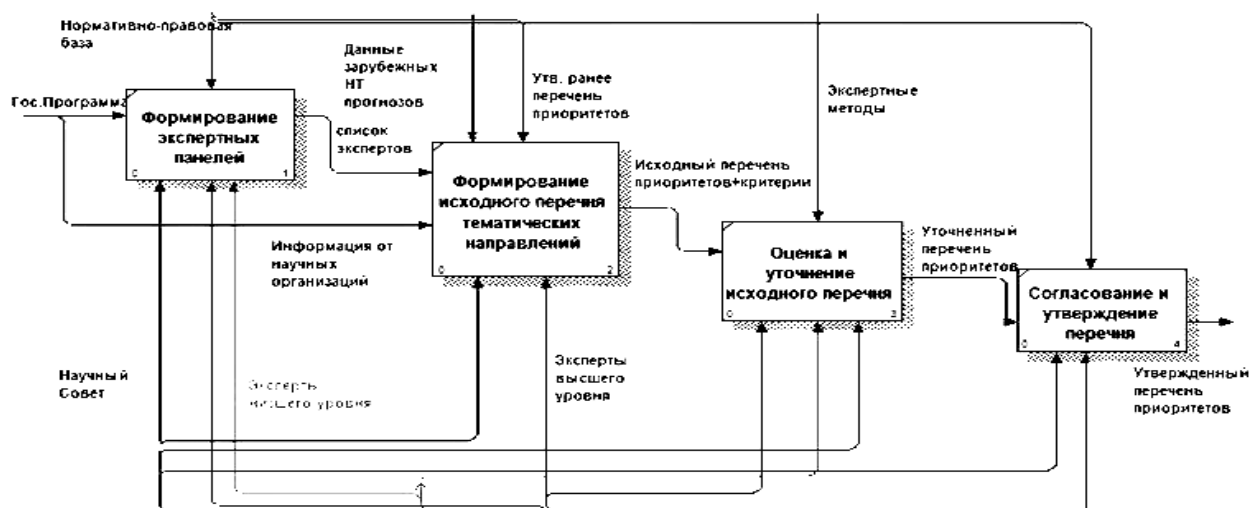


Рис. 1. Общая структура реализации национальной Форсайт-методики

2. Формирование исходного перечня направлений. Необходимо провести анализ состояния и перспектив развития выбранного направления с применением методов библиометрии [5], наукометрии [6] и патентного анализа [7]. После этого, для полученных перечней научно-технического развития выбранного направления рассчитываются значения критериев их оценки, предусмотренных национальной методикой форсайт-исследований [6].

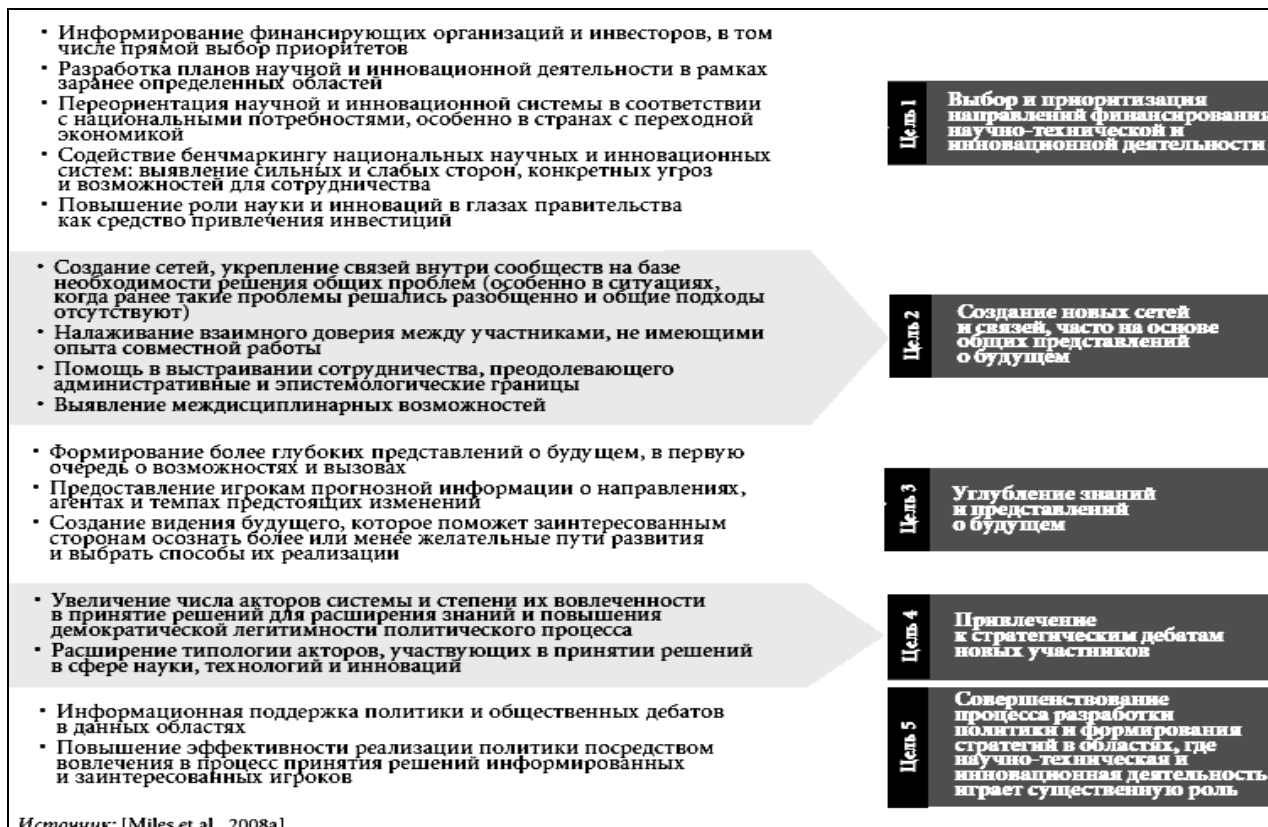
3. Оценка и уточнение исходного перечня тематических направлений. Исходными данными для

выбора приоритетных направлений являются перечень выбранных направлений, а также множество значений критериев их оценки по каждому из них.

4. Согласование и утверждение приоритетных направлений.

### 3. Цели и задачи национальных программ Форсайта

Перед национальными технологическими форсайт-исследованиями стоит множество различных задач [8], наиболее типичные из которых приведены на рис. 2.



Источник: [Miles et al., 2008a].

Рис. 2. Основные цели и задачи национальных программ Форсайта

#### 4. Методы экспертной оценки, применяемые в Форсайт-исследованиях

Наиболее критическим по отношению к компьютеризации Форсайта в целом является этап оценки и уточнения исходного перечня тематических направлений.

Именно от качества проведения этого этапа зависит эффективность форсайт-исследований.

Для повышения эффективности форсайт-проектов существуют следующие методы получения экспертной оценки, представленные на рис. 3.



Рис. 3. Методы получения экспертных оценок

Процессы принятия решений в различных сферах деятельности во многом аналогичны [8]. Поэтому необходим универсальный метод поддержки принятия решений, соответствующий естественному ходу человеческого мышления.

Наиболее эффективным алгоритмом для решения задач, связанных с принятием решений в аналитическом планировании, является метод анализа иерархий (МАИ), разработанный Т. Саати.

#### 5. Особенности применения метода анализа иерархий в Форсайт-исследованиях

Уникальность МАИ [9] заключается в том, что он является одновременно и качественным и количественным. Будучи в основе качественным, т.к. используется информация о попарных качественных сравнениях по лингвистическим критериям, МАИ позволяет количественно оценить приоритеты альтернатив или иных элементов иерархии.

Рассмотрим последовательность шагов, необходимых для принятия решения на основании МАИ, алгоритм которого представлен на рис. 4.

Первым этапом применения МАИ является структурирование проблемы выбора в виде иерархии или сети. В наиболее элементарном виде иерархия строится с вершины (цели), через промежуточные уровни-критерии к самому нижнему уровню, который в общем случае является набором альтер-

натив.

После иерархического воспроизведения проблемы устанавливаются приоритеты критериев, и оценивается каждая из альтернатив по критериям. В МАИ элементы задачи сравниваются попарно по отношению к их воздействию на общую для них характеристику. Система парных сведений приводит к результату, который может быть представлен в виде обратно-симметричной матрицы, представленной на рис. 5. Элементом матрицы  $a(i, j)$  является интенсивность проявления элемента иерархии  $i$  относительно элемента иерархии  $j$ , оцениваемая по шкале интенсивности от 1 до 9, предложенной автором метода [9].

В итоге строится сводная таблица весов приоритетов, и подсчитываются значения глобального приоритета для каждой из альтернатив, как сумма произведений значения вектора приоритета для критерия и значения вектора локального приоритета этой альтернативы в отношении данного критерия. Выбирают ту альтернативу, у которой получился максимальный глобальный приоритет.

#### Выводы

Проведен анализ публикаций, посвященных форсайт-исследованиям. Описана обобщенная процедура реализации форсайт-проекта.



Рис. 4. Алгоритм принятия решения на основании МАИ

Обозначены основные цели и задачи национальных программ Форсайта. Проведен анализ методов получения экспертных оценок на основе метода анализа иерархий.

### Список литературы

1. Шостак И.В. Подход к комплексной автоматизации национальных форсайт-проектов [Текст] / И.В. Шостак.

Общее представление матрицы парных сравнений				
	A1	A2	...	An
A1	1	$a_{12}$		$a_{1n}$
A2	$a_{21}$	1		$a_{2n}$
...			...	
An	$a_{n1}$	$a_{n2}$		1

Рис. 5. Матрица парных сравнений для МАИ

так, М.А. Данова. – Х.: Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2014.

2. Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки [Текст]: закон України від 11 липня 2001 р. № 2623-III // Відомості Верховної Ради України. 2001. – № 48. – С. 249-253.

3. Данова М.А. Методика выбора приоритетов при прогнозировании научно-технического развития крупномасштабных объектов на основе технологии Форсайта [Текст] / М.А. Данова // Авиационно-космическая техника и технология. – 2013. – № 7(104). – С. 227-231.

4. Воверене О.И. Библиометрия – структурная часть методологии информатики потоков [Текст] / О.И. Воверене // НТИ. Сер. 1. – 1985. – №7. – С. 1-5.

5. Налимов В.В. Наукометрия. Изучение развития науки как информационного процесса [Текст] / В.В. Налимов, З.М. Мультченко. – М.: Изд-во Наука, 1969. – 192 с.

6. Скорняков Э. П. Методические рекомендации по проведению патентных исследований [Текст] / Э.П. Скорняков, Т.Б. Омарова, О.В. Чельшева. – М.: ИНИЦ Роспатента, 2000. – 87 с.

7. Малицький Б.А. Методичні рекомендації щодо проведення прогнозно-аналітичного дослідження в рамках Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку України [Текст] / Б.А. Малицький, О.С. Попович В.П. Соловійов. – К.: Фенікс, 2004. – 52 с.

8. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с.

Поступила в редколлегию 26.02.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. И.В. Рубан, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

### ПІДХІД ДО КОМП'ЮТЕРИЗАЦІЇ ЕТАПУ ОЦІНКИ І УТОЧНЕННЯ ПОЧАТКОВОГО ПЕРЕЛІКУ ТЕМАТИЧНИХ НАПРЯМІВ В НАЦІОНАЛЬНИХ ФОРСАЙТ-ПРОЕКТАХ

І.В. Шостак, П.О. Кожемяко, І.В. Груздо

Наведено постановку задачі комп'ютеризації етапу оцінки та уточнення вихідного переліку тематичних напрямків в національних форсайт-проектах. Описана загальна модель реалізації національного форсайт-дослідження. Наведено методи отримання експертних оцінок. В якості математичного апарату для вирішення поставленої задачі обрано метод аналізу ієрархій.

**Ключові слова:** форсайт-проект, методи експертних оцінок, експертні панелі, перелік тематичних напрямків, метод аналізу ієрархій.

### GOING NEAR COMPUTERIZATION OF THE STAGE OF ESTIMATION AND CLARIFICATION OF INITIAL LIST OF THEMATIC DIRECTIONS IS IN NATIONAL ФОРСАЙТ-ПРОЕКТАХ

I.V. Shostak, P.A. Kozhemyako, I.V. Gruzdo

Shows the formulation of the problem of computerization phase of the evaluation and refinement of the original list of topic areas in national foresight projects. The general model of the national foresight study are described. Methods of obtaining expert assessments. As a mathematical apparatus for the task selected hierarchy analysis method.

**Keywords:** foresight project, methods of expert assessments, expert panel, a list of thematic areas, the analytic hierarchy process.