

МОДЕЛЬ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

В.Л. Белоусов, В.И. Мухин, Д.Г. Воронов

В статье представлена модель идентификации инновационных инфраструктур регионов Российской Федерации в процессе их мониторинга. При создании указанной модели использован метод анализа иерархий.

Ключевые слова: инновационная деятельность, инновационный процесс, региональная инновационная система, инновационная инфраструктура, мониторинг, структурно-функциональная модель идентификации инновационной инфраструктуры, технопарк, бизнес-инкубатор, инновационно-технологический центр, центр трансфера технологий, информационно-аналитический центр, центр консалтинга, инновационный фонд.

Эффективность инновационных процессов в субъектах Российской Федерации зависит от наличия в них инновационных инфраструктур, состоящих из соответствующих подсистем и элементов. Для обеспечения развития указанных инфраструктур в регионах России необходим государственный мониторинг, связанный с выявлением элементов инновационной инфраструктуры. Он позволит органам государственной власти принимать своевременные и взвешенные управленческие решения, связанные с развитием инновационных систем в регионах России на основе ввода новых элементов в инновационные инфраструктуры.

Важной частью мониторинга является идентификация элементов инновационной инфраструктуры. Для этих целей предлагается использовать модель идентификации инновационной инфраструктуры (см. рис. 1).

Она создана на основе анализа иерархий (МАИ) с использованием экспертных методов.

В основу разработки указанной модели положен системный подход.

Разработка модели идентификации включает следующую последовательность.

На первом этапе осуществляется формулирование главной цели идентификации инновационной инфраструктуры.

В системном подходе идентификация системы трактуется как ее различие от всех остальных подобных или допустимых к подобному сличению объектов.

Под инновационной инфраструктурой понимается совокупность субъектов инновационной деятельности, способствующих ее осуществлению, включая предоставление услуг по созданию и реализации инновационной продукции [1].

Инновационная деятельность субъектов направлена на обеспечение инновационных процессов по созданию, освоению, распространению и использованию инноваций [5].

Следовательно, под идентификацией инновационной инфраструктуры будем понимать установление соответствия (различия) подобных инновационных инфраструктур региона (различных регионов) обеспечивать наиболее благоприятные условия для стартового развития инновационных предприятий (идей, проектов) путем предоставления ресурсов и услуг для реализации результатов их интеллектуальной деятельности.

Главной целью идентификации инновационной инфраструктуры региона (регионов) является количественное (или качественное) установление этого соответствия (или различия).

На втором этапе производится выделение системообразующего пространства и системообразующих признаков инновационной инфраструктуры.

Под системообразующим пространством инновационной инфраструктуры будем понимать «достаточно обширную и насыщенную сферу» производственно-технологических фирм (организаций), предоставляющих ресурсы (оказывающих услуги) инновационным предприятиям, «для каждой из которых имеются принципиальные возможности идентификации» [3]. Системообразующее пространство инновационной инфраструктуры представлено на рис. 2.

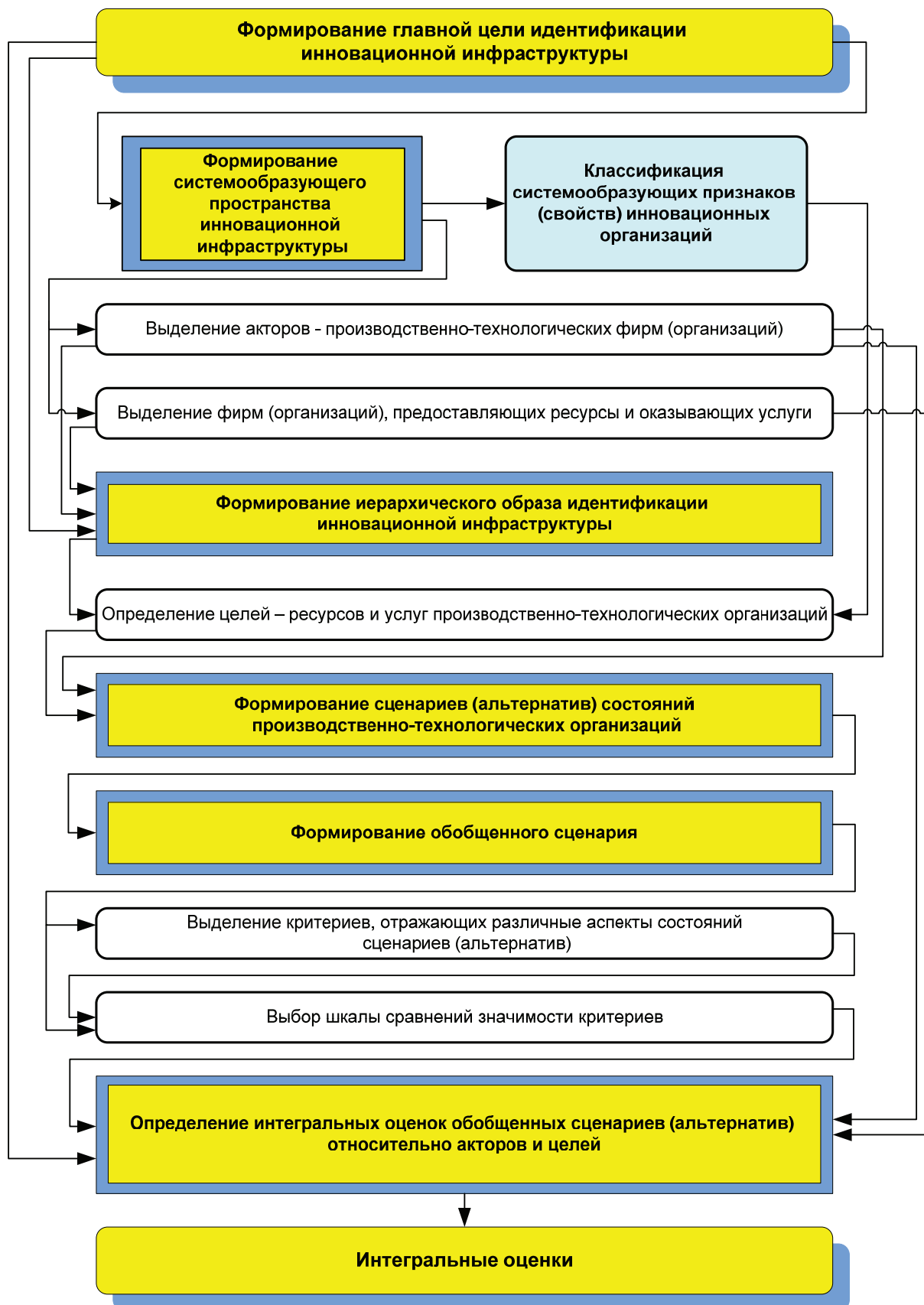


Рис. 1. Модель идентификации инновационной инфраструктуры

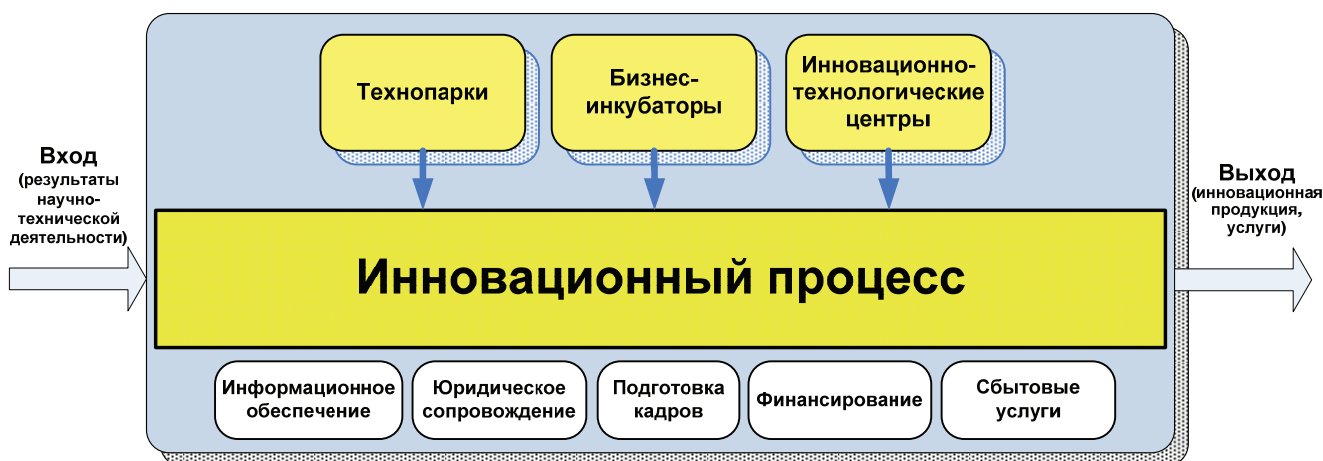


Рис. 2. Системообразующее пространство инновационной инфраструктуры

К системообразующим признакам инновационной инфраструктуры будем относить цели, функции, процессы, ресурсы, услуги фирм (организаций), которые обеспечивают конечные и промежуточные состояния инновационных предприятий в ходе внедрения результатов их интеллектуальной деятельности.

Инновационная инфраструктура необходима для функционального обеспечения завершенного инновационного процесса в регионе, перерабатывая полученные в результате научно-технической деятельности знания на входе системы в инновационные продукты и услуги на выходе.

Элементы инновационной инфраструктуры, такие как технопарки, бизнес-инкубаторы, инновационно-технологические центры (ИТЦ), непосредственно участвуют в инновационном процессе. Такие функции, как информационное обеспечение, юридическое сопровождение, подготовка кадров, обеспечение доступа к финансированию и сбытовые услуги могут обеспечиваться как непосредственно в технопарке, бизнес-инкубаторе или ИТЦ, так и в сторонних организациях (например, в центрах трансфера технологий, информационно-аналитических центрах, центрах консалтинга, образовательных учреждениях, инновационных фондах, посреднических фирмах и т.д.). Указанные элементы инновационной инфраструктуры позволяют с помощью вспомогательных функций обеспечить нормальное протекание инновационного процесса.

На третьем этапе формируется иерархический образ идентификации инновационной инфраструктуры, представленный на рис. 3.

Иерархия — это определенный тип системы, основанной на предположении, что элементы системы могут группироваться в несвязанные множества. Элементы каждой группы находятся под влиянием элементов другой группы и, в свою очередь, оказывают влияние на элементы следующей группы. Считается, что элементы в каждой группе иерархии (называемые уровнем, стратой) независимые.

Иерархия строится с вершины — главной цели или фокуса проблемы идентификации инновационной инфраструктуры. За фокусом следуют: 1) уровень инновационных процессов; 2) уровень производственно-технологических фирм (акторов), обеспечивающих реализацию инновационных процессов; 3) уровень ресурсов и услуг (факторов); 4) уровень соответствия (различия) подобных инновационных инфраструктур региона (различных регионов) обеспечивать наиболее благоприятные условия для стартового развития инновационных предприятий (идей, проектов) путем предоставления ресурсов и услуг для реализации результатов их интеллектуальной деятельности; 5) уровень определения интегральных оценок обобщенных направлений обеспечения этих благоприятных условий.

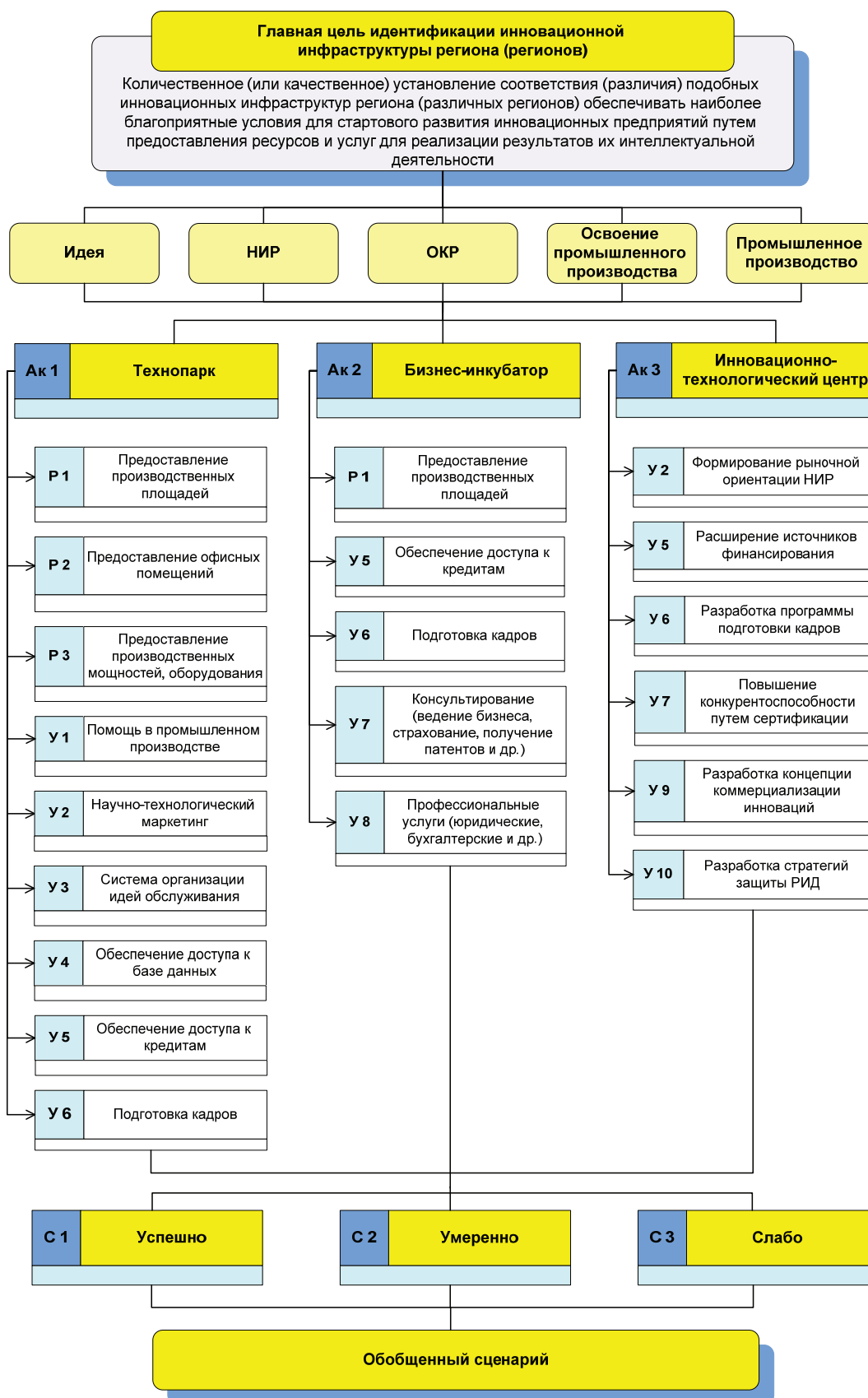


Рис. 3. Иерархический образ идентификации инновационной инфраструктуры

Таблица 1

Матрица попарных сравнений

(A) =

	A_1	A_2	...	A_n
A_1	ω_1 / ω_1	ω_1 / ω_2	...	ω_1 / ω_n
A_2	ω_2 / ω_1	ω_2 / ω_2	...	ω_2 / ω_n
...	...	...	...	...
A_n	ω_n / ω_1	ω_n / ω_2	...	ω_n / ω_n

На четвертом этапе формируются квадратичные матрицы попарных сравнений, которые заполняются на основании суждений экспертов (см. табл. 1).

Матрицы попарных сравнений обладают свойством обратной симметрии, т. е. $a_{ij} = 1 / a_{ji}$, где $a_{ij} = \omega_i / \omega_j$, индексы i и j относятся к строке и столбцу соответственно.

Заполнение квадратичных матриц попарных сравнений осуществляется по следующему правилу: если элемент A_1 доминирует над элементом A_2 , то клетка матрицы, соответствующая строке A_1 и столбцу A_2 , заполняется целым числом, а клетка, соответствующая строке A_2 и столбцу A_1 , заполняется обратным к нему числом. Если элемент A_2 доминирует над A_1 , то целое число ставится в клетку, соответствующую строке A_2 и столбцу A_1 , а дробь проставляется в клетку, соответствующую строке A_1 и столбцу A_2 . Если элементы A_1 и A_2 равнопредпочтительны, то в обе позиции матрицы ставятся единицы.

Количество матриц попарных сравнений определяется числом элементов (объектов) примыкающего сверху уровня. Следовательно, для каждого элемента (объекта) примыкающего сверху уровня строится по одной матрице. Элемент (объект) верхнего уровня иерархии называется направленным по отношению к элементу, находящемуся на нижнем уровне иерархии, так как элемент нижнего уровня иерархии влияет на расположенный выше элемент. Элементы любого уровня иерархии сравниваются друг с другом относительно их воздействия на направленный элемент [4].

Результаты попарных сравнений отражают не только факт, но и степень (силу, интенсивность и т. п.) превосходства. При этом используется шкала относительной важности, представленная в табл. 2 [4].

Следует отметить, что экспертам необходимо сравнивать объекты, не слишком сильно отличающиеся друг от друга (т. е. сравнивать объекты одного порядка), так как при сравне-

Таблица 2

Шкала относительной важности

Определение	Интенсивность относительной важности
1. Равная важность	1
2. Умеренное превосходство одного над другим	3
3. Существенное или сильное превосходство	5
4. Значительное превосходство	7
5. Очень сильное превосходство	9
6. Промежуточные решения между двумя соседними суждениями	2, 4, 6, 8

нии несопоставимых элементов человек склонен к допущению большего количества ошибок. При большой несопоставимости объекты располагаются на других уровнях иерархии.

На пятом этапе осуществляется синтез собственных векторов приоритетов.

Путем вычисления компонент собственного вектора по строкам можно определить относительное влияние (силу, величину, ценность) множества элементов нижнего уровня иерархии на элементы верхнего уровня.

Синтез собственных векторов приоритетов представлен на рис. 4.

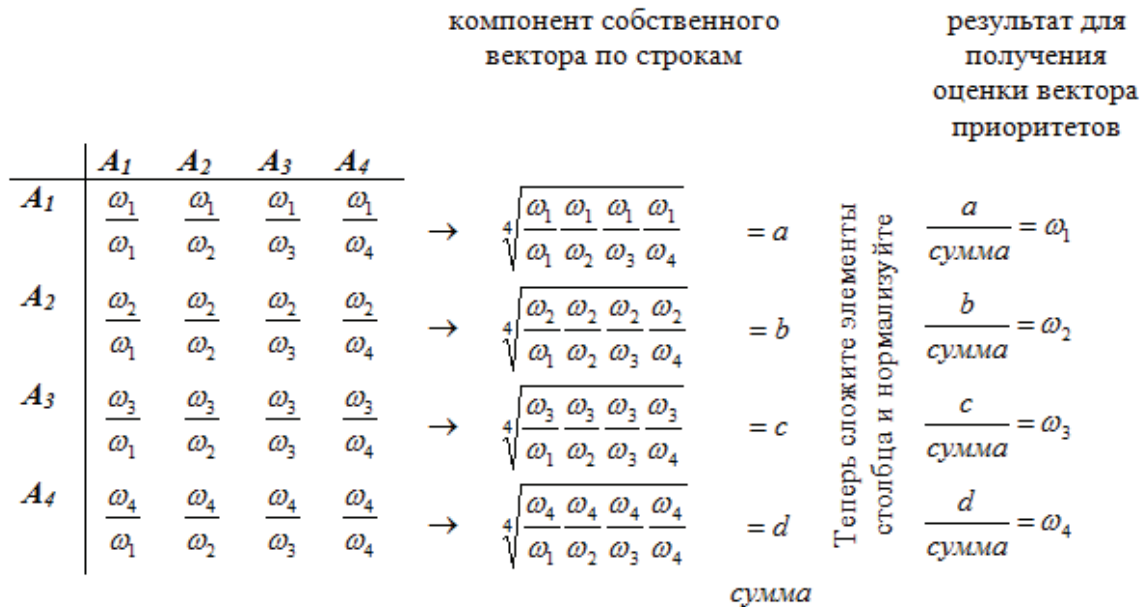


Рис. 4. Синтез собственных векторов приоритетов

Целью синтеза собственных векторов приоритетов является нахождение относительной силы, величины, ценности, желательности или вероятности каждого отдельного объекта через «решение» матриц, каждая из которых обладает обратно симметричными свойствами.

Синтез локальных приоритетов представляет собой следующую последовательность действий (см. рис. 4.).

Первый шаг включает вычисление собственных векторов по строкам путем перемножения элементов матрицы в каждой строке, а затем извлечения корня n -й степени, где n — число элементов матрицы.

Второй шаг — сложение элементов столбца.

На третьем шаге осуществляется нормализация результатов путем деления собственных векторов по строкам на сумму сложенных элементов столбца, получая таким образом оценки векторов приоритетов.

Приоритеты синтезируются, начиная со второго уровня, вниз.

При выявлении системы предпочтений может наблюдаться противоречивость в высказываниях эксперта (лица, принимающего решение — ЛПР). Одним из важных способов обнаружить противоречивость является проверка на согласованность.

Мера согласованности может быть выражена с помощью индекса согласованности (ИС):

$$\text{ИС} = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)}.$$

Таблица 3

Соответствие порядка и среднего значения СИ

Порядок матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
СИ	0,00	0,00	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Индекс согласованности (ИС) дает информацию о степени нарушения численной (кардинальной, $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$) и транзитивной (порядковой) согласованности.

ИС матрицы парных сравнений, элементы которой сгенерированы случайным образом, называется случайным индексом (СИ). Ниже представлена таблица соответствия порядка и среднего значения СИ, определенная на базе 100 случайных выборов (см. табл. 3) [4].

Отношение ИС к среднему СИ для матрицы того же порядка называется отношением согласованности (ОС):

$$ОС = \frac{ИС}{СИ}.$$

Величина ОС должна быть порядка 10% или менее, чтобы быть приемлемой. В некоторых случаях можно допустить 20%.

Если ОС выходит из этих пределов, то экспертам (ЛПР) необходимо продолжить исследование задачи и проверить свои суждения.

На шестом этапе осуществляется выбор сценариев (альтернатив) — направлений обеспечения наиболее благоприятных условий для стартового развития инновационных предприятий (идей, проектов) и построение матриц попарных сравнений сценариев относительно критериев ресурсов и услуг.

Предполагается, что сценарии будут отличаться друг от друга различной интенсивностью:

S_1 — успешно (интенсивно) обеспечивает наиболее благоприятные условия для стартового развития инновационных предприятий;

S_2 — умеренно обеспечивает благоприятные условия для стартового развития инновационных предприятий;

S_3 — слабо обеспечивает благоприятные условия для стартового развития инновационных предприятий.

Построение матриц попарных сравнений сценариев осуществляется относительно каждого критерия ресурсов и каждого критерия услуг.

На седьмом этапе производится определение интегральных оценок обобщенных направлений обеспечения наиболее благоприятных условий для стартового развития инновационных предприятий путем предоставления ресурсов и услуг для реализации результатов их интеллектуальной деятельности.

Для определения этих интегральных оценок строится обобщенный сценарий.

Алгоритм построения обобщенного сценария включает несколько стадий:

1. Выделение критериев оценки последствий переменных состояний реализации сценариев.

К данным критериям относят переменные состояния сценариев, описываемые количественными и качественными характеристиками, которые влияют на процесс реализации идеи нового товара (новации). Каждый сценарий в отдельности и обобщенный сценарий могут быть количественно охарактеризованы по множеству критериев, которые отражают их различные аспекты.

Переменные критерии, влияние которых является важным при исследовании реализации выбранных сценариев, можно разделить на две группы.

Первая группа критериев связана с изменением структурных критериев:

- наличие бизнес-инкубатора;
- наличие информационного центра;
- наличие лабораторного и опытно-производственного центра;
- наличие учебного центра.

Вторая группа критериев связана с изменением функциональных критериев:

- наличие собственных и привлекаемых средств для реализации инновационного проекта;
- степень готовности разработки к практическому применению;
- степень отбора и готовности участников инновационной деятельности;
- наличие эффективной системы оплаты и стимулирования труда, рациональных форм мотивации персонала;
- наличие высококвалифицированной команды менеджеров.

2. *Выбор шкалы сравнения значимости критериев сценария.* Наиболее предпочтительной является шкала разностей для сравнений (табл. 4) [2].

При расчете значения переменной следует ответить на два вопроса:

- в каком направлении в будущем произойдет изменение (увеличится, уменьшится или останется неизменным) i -го критерия при реализации рассматриваемого j -го сценария?
- какова интенсивность изменений i -го показателя (критерия)?

3. *Определение интегральных обобщенных сценариев относительно фокуса иерархии ОИ_{ij}^ф и относительно конкретного фактора ОИ_{ij}^{фк}.*

Для определения интегральных обобщенных сценариев относительно фокуса и факторов строится матрица оценки сценариев, представленная в табл. 5 [2].

В матрице приняты следующие обозначения K_i ($i = \overline{1, m}$) – критерии для оценки сценариев;

P_i ($i = \overline{1, m}$) – весовые коэффициенты критериев;

w_j ($j = \overline{1, n}$) – значения векторов приоритетов вероятных (логических) сценариев относительно фокуса иерархии или отдельно взятого фактора.

Обобщенные веса A по каждому критерию определяются следующим образом:

$$A_{ij} = \sum_{j=1}^n P_i \cdot a_{ij} \cdot w_j.$$

Таблица 4

Шкала разностей для сравнений

Разность в значениях	Определение
0	Значение не изменяется
2 (–2)	Небольшое увеличение (уменьшение) значения
4 (–4)	Большое увеличение (уменьшение) значения
6 (–6)	Значительное увеличение (уменьшение) значения
8 (–8)	Максимальное увеличение (уменьшение) значения
1, 3, 5, 7 (–1, –3, –5, –7)	Промежуточные значения между двумя смежными суждениями

Таблица 5

Матрица оценки сценариев

Критерий K_i	Вес критерия P_i	Значение w_j вектора приоритетов					
		w_1	w_2	...	w_j	...	w_n
K_1	P_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1j}	...	a_{1n}
K_2	P_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2j}	...	a_{2n}
...	...	...	...	...	...	...	...
K_i	P_i	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ij}	...	a_{jn}
...	...	...	...	...	...	...	...
K_m	P_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mj}	...	a_{mn}

Интегральные оценки обобщенного сценария относительно фокуса (верхний индекс «ф») или самостоятельный актор (верхний индекс «ак») определяются по выражениям:

$$ОИ_{ij}^{\phi} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_i \cdot a_{ij} \cdot w_j^{\phi};$$

$$ОИ_{ij}^{ак} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_i \cdot a_{ij} \cdot w_j^{ак}.$$

Следует отметить, что при построении иерархии сначала необходимо осуществить прямой процесс планирования, а затем перейти к обратному процессу планирования. При прямом процессе планирования рассматриваются релевантные факторы и цели, которые приводят к осмысленным заключениям и сценариям (альтернативам). Обратный процесс начинается с желаемых сценариев, а затем исследуются факторы, посредством которых можно реализовать эти сценарии [4]. Переход к обратному процессу осуществляется вследствие того, что в обобщенном сценарии пересекаются противоречивые интересы акторов. Поэтому некоторые акторы начинают работать в направлении изучения полученных исходов (сценариев) в сторону желаемых. Для этого ведется работа по изменению и/или добавлению новых целей. Обобщенная стратегия отражает некоторый компромиссный для сценариев (альтернатив) вариант.

На этом завершается разработка модели идентификации инновационной инфраструктуры.

Список литературы

1. **Основные** направления политики Российской Федерации в области развития инновационной системы на период до 2010 г., утверждены Правительством Российской Федерации 5 августа 2005 г. № 2473п-П7.
2. **Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н.** Анализ, синтез, планирование решений в экономике. М.: Финансы и статистика, 2001.
3. **Клейнер Г.Б.** Эволюция институциональных систем. М.: Наука, 2004.
4. **Саати Т., Кернс К.** Аналитическое планирование. Организация систем / Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1991.
5. **Справочно-информационный** Интернет-портал «Словари и энциклопедии на Академике», 2009. Режим доступа: <http://dic.academic.ru>.