

УДК 330.101.541

Применение метода аналитических иерархий для решения задач формирования взаимосвязей реального и финансового секторов национального хозяйства России

Канд. экон. наук **Зуева О.А.** vjnjh2005@mail.ru

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ,
Северо-Западный институт управления
191119, Россия, Санкт-Петербург, ул. Днепропетровская, д. 8.

В работе автор обосновывает необходимость формирования объективного принятия управленческих решений при создании системы реального и финансового секторов, научного и высокотехнологического подсекторов хозяйства России на базе гипотезы отрыва между ними, а также гипотезы опережающего развития хозяйства. Выделен метод аналитических иерархий в качестве важного метода оптимизации принимаемых решений на основе комплексного векторного критерия, позволяющего оценить три программы формирования взаимосвязей рассматриваемых секторов хозяйства России (программа Минэкономразвития, Столыпинского клуба, автора). Сформирована декомпозиция задачи принятия решений в форме построения иерархической структуры в виде трёх уровней: первый (глобальная цель) – наращивание инновационного потенциала национального хозяйства России; второй (критерии) – рост пяти компонентов инновационного потенциала (финансовый; кадровый научный; научно-технологический; инновационно-производственный; экспортно-технологический потенциалы); третий (альтернативы) – выбор наиболее эффективной программы. Рассматриваемая методика аналитических иерархий позволяет на первом этапе на базе экономико – математической модели – матрицы суждений для элементов инновационного потенциала по данным шкалы от 1 до 9 обозначить наиболее ценные компоненты, а на втором этапе – построить пять матриц суждений, выявляющих более эффективную программу по элементам инновационного потенциала. Разработанный статистический критерий позволяет согласовать суждения относительно важности критериев и (элементов инновационного потенциала) и выбора наиболее эффективной программы при их попарном сравнении. Сформулированы статистически значимые выводы о приоритете реализации авторской программы, ориентированной на возрождение реального сектора на базе структурной перестройки хозяйства России с целью реиндустриализации, финансирования науки, научных исследований и разработок, а также осуществления инновационного прорыва, обеспечивающего устойчивое развитие и безопасность.

Ключевые слова: метод аналитических иерархий, векторный критерий, инновационный прорыв, реальный сектор, финансовый сектор, научный подсектор, высокотехнологичный подсектор, национальное хозяйство, национальная безопасность, инновационный потенциал.

DOI: 10.17586/2310-1172-2018-11-4-115-124

Making management decisions based on a vector criterion in the formation of interrelations between the real and financial sectors of the Russian economy with a view to an innovative breakthrough and national security

Ph.D. **Zueva O.A.** vjnjh2005@mail.ru

Russian Presidential Academy National Economy and Public Administration,
North -West Institute of Management
191119, Russia, St. Petersburg, Dnepropetrovskaya St., 8

In this paper, the author proves need of formation of objective adoption of management decisions during creation of a system of real and financial sectors, scientific and hi-tech splits of economy of Russia on the basis of a separation hypothesis between them and also hypotheses of the advancing development of economy. The method of analytical hierarchies as an important method of optimization of the made decisions on the basis of the complex vector criterion allowing to estimate three programs of formation of interrelations of the considered sectors of economy of Russia (the program of the Ministry of Economic Development, Stolypinsky Club, the author) is allocated. Decomposition of a problem of decision-making in the form of creation of hierarchical structure in the form of three levels is created: the first (the purpose is global) - accumulation of innovative capacity of national economy of Russia; the second (criteria) – growth of five components of innovative potential (financial; personnel scientific; scientific and technological;

innovative and production; export and technological potentials); the third (alternatives) – the choice of the most effective program. The considered technique of analytical hierarchies allows at the first stage on the basis of economic-mathematical model – matrixes of judgments for elements of innovative potential according to a scale from 1 to 9 to designate the most valuable components, and at the second stage – to construct five matrixes of the judgments revealing more effective program for elements of innovative potential. The developed statistical criterion allows to coordinate judgments concerning importance of criteria and (elements of innovative potential) and the choice of the most effective program at their paired comparison. Statistical significant conclusions about a priority of implementation of the author's program focused on revival of the real sector on the basis of restructuring of economy of Russia for the purpose of reindustrialization, science funding, research and development and also implementation of the innovative break providing sustainable development and safety are formulated.

Keywords: analytical hierarchy method, vector criterion, innovation breakthrough, real sector, financial sector, scientific sub-sector, high-tech sub-sector, national economy, national security, innovative potential.

Введение

Решение проблем управления по организации взаимодействия реального и финансового секторов, научного и высокотехнологичного подсекторов национального хозяйства России основывается на гипотезе отрыва рассматриваемых секторов и гипотезе опережающего развития хозяйства [3, 15]. Формирование взаимосвязей между реальным и финансовым секторами, научным и высокотехнологичным подсекторами национального хозяйства России необходимы не только для воспроизводства в обществе, но и обеспечения безопасности хозяйства в целом. Состояние национальной безопасности, а именно, безопасность в сфере науки, технологии и образования зависят от инновационного потенциала хозяйства России, который характеризует наряду с другими индикаторами – степенью инновационной активности субъектов научного и высокотехнологичного подсекторов и их доли в мировом хозяйстве – предельно критические значения безопасности государства.

Поэтому с целью объективного принятия управленческих решений при создании системы взаимосвязей между рассматриваемыми секторами следует применять эконометрические методы многомерного или одномерного статистического анализа [11, 12]. Ключевым элементом многомерного анализа, наряду с корреляционным анализом, признаётся регрессионный анализ по методу наименьших квадратов. Основными задачами применения регрессионного и корреляционного анализа является, прежде всего, объективное измерение такого индикатора как инновационный потенциал взаимосвязей рассматриваемых секторов национального хозяйства России, а также установление силы связей между факторными и результативными индикаторами [2], на базе сформулированной авторской методики его оценки [4] и принятия при получении конкретных результатов эффективных решений.

С точки зрения автора, одним из ключевых методов оптимизации принимаемых решений на базе множества критериев, применяемых к оценке ключевого индикатора (инновационного потенциала) и значимости его составляющих, является метод аналитических иерархий. При этом, векторный критерий есть упорядоченный набор множества частных критериев. С помощью полученных результатов можно оценить комплексным критерием конкретную программу совершенствования взаимодействия и формирования взаимосвязей реального и финансового секторов национального хозяйства России с целью инновационно-безопасного развития, повышения уровня инновационного потенциала и обосновать её выбор.

Основная часть

Основу метода аналитических иерархий [10] составляет метод парных сравнений, дающий возможность аккумулировать знания и опыт экспертов, накопленный ими в конкретной предметной области, в пределах которой моделируется процедура принятия наиболее оптимальных решений на базе совокупности, к примеру, частных критериев, т.е. на базе векторного критерия.

Полученные знания формализуются относительно процедуры метода парных сравнений в экономико-математическую модель в форме квадратной числовой матрицы суждений относительной значимости пары частных критериев для конкретного целедостижения. При парном сопоставлении определённых критериев по цели результат сопоставления представляется конкретным числом с применением отобранной шкалы целых положительных чисел.

Предполагая достоверность гипотезы о нормальной дислокации ошибок при парных сравнениях, можно считать наличие их взаимной компенсации при применении формул для разработки и измерении состоятельности приближенного решения. Следовательно, данный метод является методом экспертных оценок, который дает возможность делать статистически значимые выводы на базе применения экономико-математической модели – матрицы суждений и субъективных оценок экспертов.

При этом, матрица суждений является обратносимметрической матрицей положительных чисел [8], для которой собственный вектор, отвечающий её и положительному и наибольшему собственному значению, затем

после его нормализации выдаёт в результате вектор приоритетов сопоставляемых критериев. Составляющие вектора приоритетов (рангов) критериев рассматриваются в качестве неотрицательных весовых индикаторов по отношению роли каждого критерия в реализации ключевой цели. Единственность этого существующего собственного значения является следствием из теоремы Перрона для квадратных матриц, все компоненты которых строго положительны. Его величина, соответствующая размеру матрицы, измеряет уровень согласованности сравниваемых парных суждений. Таким образом, метод аналитических иерархий базируется на теореме Перрона, согласно которой, если квадратная матрица определена положительно, то у неё существует единственное максимальное по значению положительное собственное число, которому соответствует положительный собственный вектор. Положение о том, что среди матриц суждений есть матрицы, у которых это единственное наибольшее собственное значение $\lambda > 0$ и равно размеру матрицы, а остальные собственные значения равны нулю, можно применить как критерий, подтверждающий согласованность суждений эксперта по смыслу. Об этом свидетельствует статистический критерий через CI (CR) (индексы согласованности и состоятельности), измеряемые через оценку λ и свидетельствующий, насколько оптимально согласованы суждения. Собственный вектор после его нормализации выдаёт в результате составляющие вектора приоритетов сопоставляемых критериев, являющимися весовыми индикаторами по отношению роли каждого критерия в реализации ключевой цели.

На базе метода аналитических иерархий автором представлена методика анализа иерархий, включающая определенную последовательность действий в соответствии с тремя уровнями (рис. 1). Ключевая цель включает первый уровень (фокус) рассматриваемой иерархической структуры. Второй уровень образуют частные критерии, а третий уровень формируют разные проекты (программы, сценарии, альтернативы, и т.п.), разные стороны которых измеряют эти частные критерии. Оптимальный проект определяется как сценарий, для которого скалярное произведение его вектора приоритетов с вектором приоритетов критериев составляет наибольшую величину.

Цели первых двух уровней связаны с формированием и наращиванием уровня инновационного потенциала (ИП) и его компонентов: финансовый потенциал (ФП); кадровый научный потенциал (КНП); научно-технологический потенциал (НТП); инновационно-производственный потенциал (ИПП); экспортно-технологический потенциал (ЭТП). Многокритериальная задача оптимизации отбора инновационного развития взаимосвязей между рассматриваемыми секторами хозяйства России по векторному критерию совместно с множеством допустимых решений предполагает набор целевых функций ЧК1 (ФП), ЧК2 (КНП), ЧК3 (НТП); ЧК4 (ИПП) и ЧК5 (ЭТП), являющимися частными критериями оптимальности, упорядоченный набор которых формирует вектор-функцию или комплексный векторный критерий, в соответствии с которым оцениваются три варианта программ формирования взаимосвязей реального и финансового секторов хозяйства России (третий уровень).

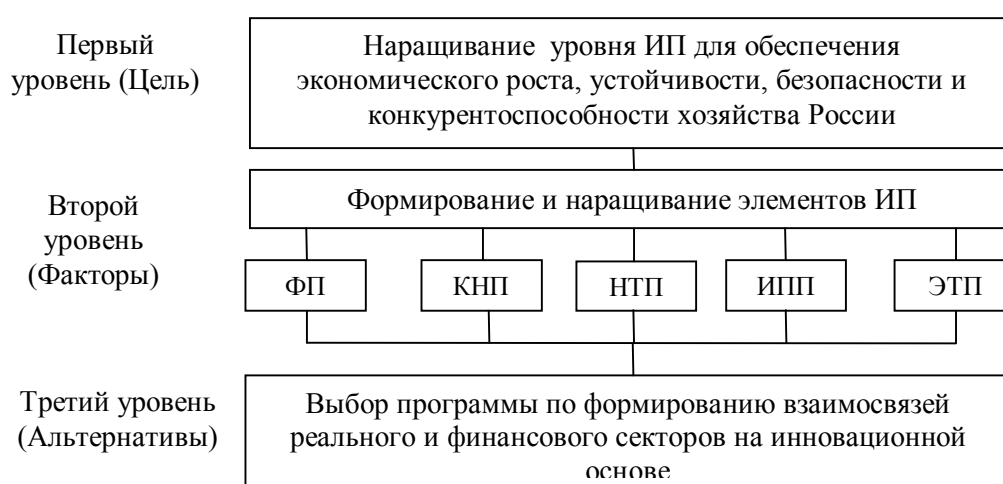


Рис. 1 Декомпозиция задачи принятия решений по наращиванию ИП отечественного реального и финансового секторов хозяйства в форме иерархической структуры

Возможна реализация одной из трех вариантов среднесрочных программ экономического развития национального хозяйства России: П1 – программа Минэкономразвития, П2 – программа Столыпинского клуба, – П3 – авторская комплексная программа, которые образуют множество альтернатив. Общей целью трёх программ является достижение экономического роста (5% ВВП), обеспечивающего устойчивость, национальную безопасность и конкурентоспособность национального хозяйства России благодаря обозначенным позициям. Среди основных положений программы Минэкономразвития можно выделить следующие: приток инвестиций благодаря ограничению в росте зарплаты бюджетных работников и замораживанию накопительной части пенсий;

ограничения потребления; дополнительной поддержки экспорта нефти и газа. Программа Столыпинского клуба направлена на решение вопроса структурных диспропорций путём ухода от сырьевой экономики и внедрения новых технологий; использование монетарных рычагов, направленных на увеличение денежного предложения и искусственное занижение курса рубля. В свою очередь, авторская комплексная программа может быть реализована путём структурной диверсификации. Прежде всего, необходима организация взаимодействия реального и финансового секторов при формировании взаимосвязей между ними, а также научным и высокотехнологичным подсекторами путём снятия парадокса изобилия ресурсов (нефтяная игла), стимулирования деятельности агентов реального сектора благодаря снижению уровня ссудного процента по средне – и долгосрочным кредитам и обеспечения механизма государственно - частного партнерства

Свёртывание векторного критерия в скалярный даёт возможность учесть важность каждого компонента инновационного потенциала с учётом суммы их критериев и весовых коэффициентов «значимости» элементов инновационного потенциала. Для исключения авторитарности мнения эксперта вычисляют средние значения весов по каждому критерию, сумма которых должна быть равна 1.

Экономические переменные в матричной форме дают возможность обозначить ценные и количественно определённые оценки для модели гипотетического линейного сравнения между конкретными инновационными параметрами – инновационным потенциалом и его компонентами (результатом и факторами). Формой представленного подхода является «паттерн» (модель) [2], раскрывающий проблему вместе с алгоритмом удачного её решения и его применения. Процесс создания матрицы суждений реализуется по отношению к множеству программ, сравниваемых по каждому отдельному критерию, играющих для них роль цели и формирующих векторный критерий. Для каждой программы находится её вектор приоритетов по каждому частному критерию. При этом, более оптимальная программа считается сценарием, для которого скалярное произведение его векторов приоритетов с вектором приоритетов критериев составляет наибольшую величину.

Таким образом, на базе метода парных сравнений методика анализа иерархий предполагает реализацию определенной последовательности действий:

1. формулирование ключевой цели – формирование и повышение уровня инновационного потенциала для обеспечения экономического роста, устойчивости, безопасности и конкурентоспособности национального хозяйства России, в соответствии с которой упорядочивается множество альтернатив (проектов или программ) для последующего выбора более эффективной программы по совокупности критериев (векторному критерию);
2. применение множества альтернатив – программ формирования взаимосвязей реального и финансового секторов хозяйства России;
3. отбор и определение желаемого множества частных критериев – компонентов инновационного потенциала, в соответствии с которыми оценивается каждая из альтернатив – три программы;
4. декомпозиция задачи принятия решений в форме построения иерархической структуры по наращиванию инновационного потенциала национального хозяйства России;
5. упорядочивание совокупности критериев на базе метода парных сравнений и расчёт вектора приоритетов критериев по ключевой цели;
6. упорядочение совокупности альтернатив на базе метода парных сравнений по каждому критерию в отдельности с созданием вектора частных приоритетов альтернатив;
7. создание из векторов частных приоритетов матрицы приоритетов альтернатив;
8. описание вектора глобальных приоритетов альтернатив;
9. упорядочивание совокупности проектов (программ) на базе числовых значений их глобальных приоритетов и выбор оптимального варианта, т.е. выбор оптимального решения.

Первая ступень в воплощении методики анализа иерархической структуры состоит в составлении матрицы суждений для пяти компонентов инновационного потенциала (табл. 1) Для её составления автор - эксперт сопоставил попарно все компоненты и обозначает их относительную значимость, выбирая по собственному усмотрению оценки согласно данным шкалы от 1 до 9. При этом, компромиссные решения определяются экспертом по значимости значений между 1 и 3, 3 и 5, 5 и 7, 7 и 9. В данном случае предпочтение отдаётся более ценной компоненте инновационного потенциала.

Таблица 1

Матрица суждений для пяти составляющих инновационного потенциала

Элементы	ФП	КНП	НТП	ИПП	ЭТП
ФП	1	0,33	2	3	1
КНП	3	1	6	7	3
НТП	0,50	0,17	1	2	0,50
ИПП	0,33	0,14	0,50	1	0,33
ЭТП	1	0,33	2	3	1

Так, наращивание финансового потенциала национального хозяйства России является основанием первого макросегмента развития инновационного потенциала национального хозяйства России [4], без которого невозможно увеличение уровня практически всех компонент, выделенных автором. Поэтому, наращивание финансового потенциала (m_{21} (КНП₂₁) = 3), с этой точки зрения важнее, чем научного кадрового потенциала в 3 раза, являющегося следующей ступенью пирамиды инновационного развития, так как привлечь научные кадры легче, чем в короткие сроки привлечь дополнительные финансовые средства (m_{12} (КНП₁₂) = 0,33). Если в высокотехнологичное производство национального хозяйства России вложены денежные средства и выпущена инновационная продукция, но на неё отсутствует эндогенный и экзогенный спрос, то субъекты высокотехнологичного подсектора оказываются в достаточно неблагоприятной ситуации (m_{14} (ИПП₁₄) = 3), которую сложно решить с привлечением дополнительных источников финансирования (m_{41} (ИПП₄₁) = 0,33). Такая ситуация отрицательно сказывается на наращивании производственно – инновационного потенциала и непосредственно снижает темпы экономического роста. Неэффективное наращивание экспортно – технологического потенциала (m_{15} (ЭТП₁₅) = 1), являющегося наивысшим компонентом авторской пирамиды инновационного развития и обеспечивающим конкурентоспособность национального хозяйства России на мировой арене, может быть сопоставимо с недостаточным увеличением уровня финансового потенциала и т.д.

Матрица суждений не соответствует условию идеальной согласованности понимания проблемы. Однако, должна к нему стремиться. Поэтому, в качестве первоначального логически обоснованного решения используют оценки в ходе процесса геометрического усреднения с последующей нормализацией путём умножения всех n элементов матрицы суждений и извлечения корня n – ой степени (m), а затем вычисления компонентов вектора приоритетов ($w = 0,175; 0,499; 0,092; 0,058; 0,175$), отражающего весовые коэффициенты «значимости» каждой составляющей инновационного потенциала (табл. 2).

Таблица 2

Расчёт индикаторов для матрицы суждений по пяти элементам инновационного потенциала

Индикаторы	Π	$m_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n m_{ij}}$	$w_i = \frac{m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$	$m_i \cdot w_i$	$\lambda_{\max}^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(M^* w)_i}{w_i}$	$CI = \frac{ \lambda_{\max} - n }{n - 1}$	$CR = \frac{CI}{RI}$
ФП	2,00	1,149	0,175	0,876	5,003	0,006	0,005
КНП	378,00	3,277	0,499	2,511	5,029		
НТП	0,083	0,608	0,092	0,467	5,036		
ИНП	0,01	0,380	0,058	0,292	5,046		
ЭТП	2,00	1,149	0,175	0,876	5,003		
Σ	–	6,563	1	–	25,117	–	–

По сути, вектор приоритетов для всех элементов инновационного потенциала включает весовые коэффициенты «важности» (w) каждой из пяти составляющих, значение которых в сумме равняется 1. Максимальным приоритетом обладает научный кадровый потенциал (0,499), без которого не возможно эффективное осуществление инновационного процесса от конструирования инновационных идей до внедрения радикальных инноваций.

Следующим шагом реализации методики является представление пяти матриц суждений, выявляющих более эффективную программу для элементов инновационного потенциала относительно каждой его компоненты на базе сформулированной автором задачи выбора по векторному критерию (табл. 3).

Таким образом, все программы оцениваются автором комплексным критерием. Согласно исследованиям учёных, наиболее часто применяется выбор доминирующего критерия, где задача сводится к сравнению двух скалярных критериев, то есть сравнению чисел, например предложенный оптимум по Парето. По мнению автора, на практике, по сути, выбор доминирующего критерия применим к темпам роста ВВП, а также уровню инновационного потенциала национального хозяйства России. Однако, для решения многокритериальной задачи необходимо свёртывание векторного критерия в скалярный, при котором требуется образовать сумму частных критериев. При этом, предварительно каждый из частных критериев должен быть умножен на положительный

множитель. Сумма данных множителей (весов) должна быть равна 1. Ради того, чтобы исключить авторитарность мнений эксперта, необходимо вычислить средние значения из весов, данных экспертами по каждому критерию. С точки зрения автора, сверстка критериев компонентов инновационного потенциала в скалярный критерий позволяет учесть значимость каждого элемента потенциала с учетом весовых коэффициентов «важности» каждой составляющей. Результаты сравнения выделенных автором программ помещены в табл. 3, содержащую соответствующие матрицы суждений.

Таблица 3

Матрицы суждений по трём программам для инновационного потенциала

	ФП			КНП			НТП			ИНП			ЭТП		
	П1	П2	П3	П1	П2	П3	П1	П2	П3	П1	П2	П3	П1	П2	П3
П1	1	0,33	0,2	1	2	0,17	1	1	0,2	1	1	0,33	1	0,33	0,14
П2	3	1	0,33	0,5	1	0,2	1	1	0,25	1	1	0,2	3	1	0,2
П3	5	3	1	6	5	1	5	4	1	3	5	1	7	5	1

Так, в отношении наращивания финансового потенциала национального хозяйства России авторская программа более предпочтительна второй программы ($m_{32}^{ФП} = 3$) и значительно ценнее первой программы ($m_{31}^{ФП} = 5$), так как основывается на формировании взаимосвязей и организации взаимодействия реального и финансового секторов хозяйства России. Одним из основных механизмов финансирования и стимулирования деятельности субъектов реального сектора, обеспечивающего повышение их заинтересованности во внедрении новшеств, является привлечение заёмного капитала от субъектов кредитного подсектора. Целью данного кредитования с низким ссудным процентом является получение возможности привлечения денежных ресурсов на длительный срок для формирования новой стоимости агентами реального сектора по истечении конкретного периода времени, необходимого для разработки и коммерциализации инноваций, которая выступит покрытием данного кредита. Кроме того, эффективным механизмом финансирования инновационной деятельности агентов реального сектора является привлечение денежных средств из биржевого подсектора путём эмиссии акций и облигаций высокотехнологичными компаниями. В первом случае формой привлечения денежных средств является увеличение собственного капитала, во втором случае – заёмного капитала за счёт внешних источников из финансового сектора. Механизм государственно-частного партнёрства, обуславливающий формирование взаимосвязей между государством и агентами рассматриваемых секторов с целью реализации приоритетных инновационных проектов и программ, также является ключевым механизмом стимулирования и финансирования инновационно-ориентированных отраслей реального сектора хозяйства России.

В случае выбора программы Столыпинского клуба в сравнении с авторской программой, оживление инновационного механизма стимулирования и финансирования частично возможно благодаря доступности кредитов агентам высокотехнологичного подсектора и тем самым активизации взаимодействия агентов реального сектора и кредитного подсектора. Наряду с этим, поступательное наращивание денежного предложения Банком России благодаря низкой монетизации национального хозяйства России при искусственном занижении курса рубля и его колебаниях, могут пагубно сказываться на доходах субъектов реального сектора.

При выборе первой программы Минэкономразвития по сравнению с авторской программой, достичь эффективной организации взаимодействия и формирования взаимосвязей агентов реального и финансового секторов с целью инновационного развития национального хозяйства России существенно сложнее. Ведь, основным трендом программы является не развитие агентов научного и высокотехнологичного подсекторов, а поддержка сырьевого подсектора и уменьшение государственного финансирования научных исследований и разработок. Данная политика ограничений ориентирована на обеспечение темпов экономического роста не за счёт инноваций. При этом, пополнение государственного бюджета будет обеспечиваться благодаря сырьевым доходам и ограничениям роста заработной платы, а также пенсионного обеспечения бюджетных работников.

При формировании взаимосвязей реального и финансового секторов с целью наращивания инновационно-производственного потенциала национального хозяйства России, авторская программа более предпочтительна относительно программы Минэкономразвития ($m_{31}^{ИПП} = 3$) и программы Столыпинского клуба ($m_{32}^{ИПП} = 5$). По мнению автора, ключевым трендом инновационного прорыва и обеспечения национальной безопасности хозяйства России является формирование системы взаимосвязей научного и высокотехнологичного подсекторов на базе структурной диверсификации хозяйства и становления воспроизводственно-реального сектора путём сохранения ядра высокотехнологичного подсектора и развития перспективных отраслей шестого технологического уклада. Так, в рамках импортозамещения возникают вопросы о создании собственных основных

компонентов информационных систем, интернациональной операционной системы. Это обеспечит развитие национального IT – рынка, инновационное продвижение в данной сфере, а также основной аргумент развития организационных инноваций (IT–технологий) в виде главного компонента взаимосвязей рассматриваемых секторов хозяйства. Согласно программе Минэкономразвития, развитие реального сектора необходимо при поддержке экспорта сырьевого подсектора и строительной отрасли без учёта инновационной основы. В целом, программа Столыпинского клуба ориентирована не на восстановление реального сектора, а на преобразование финансового сектора при смягчении денежно-кредитной политики, направленной на рефинансирование банковских кредитов.

Таким образом, согласованность суждений в обозначенных выше матрицах суждений (табл. 1, 3) подвергается проверке путём анализа качества полученных векторов приоритетов.

Для проверки качества вектора приоритетов компонентов инновационного потенциала необходимо найти (табл. 2) λ_{\max} (5,023) путём умножения матрицы суждений на вектора приоритетов (Mw) и расчёта по формуле. Затем нужно рассчитать индекс согласованности CI (0,006) (табл. 2), нормируемый на значение величины поправочного коэффициента RI_n (1,12) (табл. 4), учитывающего размер матрицы суждений и индекса состоятельности CR (0,005).

Таблица 4

Значения поправочного коэффициента RI_n

<i>n</i>	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>RI</i>	0,5	0,89	1,12	1,26	1,36	1,41	1,46	1,49	1,52	1,54

Значение индекса состоятельности $CR0,1$ (табл. 2) свидетельствует об объективном качестве вычисленного вектора приоритетов (w). Поэтому, авторская модель измерения инновационного потенциала и упорядочивание по важности его составляющих логически упорядочена и последовательна на оптимальном уровне статистической значимости.

Расчёты для векторов приоритетов программ по компонентам инновационного потенциала дали следующие результаты:

$$\lambda_{\max}^{ЧК1} = \lambda_{\max}^{ЧК2} = \lambda_{\max}^{ЧК3} = \lambda_{\max}^{ЧК4} = \lambda_{\max}^{ЧК5} = 3 \tag{1}$$

Полученные данные свидетельствует о полной состоятельности, логической согласованности и объективности суждений. Следовательно, модель упорядочивания программ по компонентам инновационного потенциала логически непротиворечива (табл. 5).

Таблица 5

Матрица из собственных частных векторов приоритетов программ по каждому элементу инновационного потенциала

	ЧК1	ЧК2	ЧК3	ЧК4	ЧК5
П1	0,105	0,163	0,149	0,185	0,081
П2	0,258	0,109	0,160	0,156	0,188
П3	0,637	0,729	0,691	0,659	0,731

Для получения глобальных векторов приоритетов программ, необходимо спроецировать частные векторы приоритетов программ по отдельным компонентам инновационного потенциала на векторы приоритетов пяти составляющих, что сходно с «взвешиванием» по весам элементов инновационного потенциала каждого из рассчитанных выше пяти частных векторов приоритетов программ, значения которых в итоге складываются. С этой целью нужно умножить транспонированный вектор приоритетов составляющих инновационного потенциала (W) на итоговую матрицу ($w = 0,138; 0,157; 0,705$).

Поэтому, с точки зрения оптимизированного соотношения разных составляющих инновационного потенциала, предпочтение отдается авторской программе ПЗ, обладающей наивысшим приоритетом 0,705.

Выводы

Таким образом, одним из основных методов оптимизации принимаемых решений по формированию взаимосвязей между реальным и финансовым секторами национального хозяйства России на основе векторного критерия является метод аналитических иерархий.

Метод аналитических иерархий даёт возможности проранжировать представленные автором три программы организации взаимодействия и формирования взаимосвязей реального и финансового секторов национального хозяйства России (программа Минэкономразвития, Столыпинского клуба, автора) по глобальной цели, которая сформулирована вербально в начале процесса.

Наращивание уровня инновационного потенциала взаимосвязей рассматриваемых секторов национального хозяйства России с целью обеспечения его устойчивости и экономического роста, национальной безопасности и конкурентоспособности является первым уровнем иерархии. Второй уровень иерархии представляет собой формирование и рост элементов инновационного потенциала: финансового, кадрового, научного, научно-технологического, инновационно-производственного и экспортно-технологического. Компоненты инновационного потенциала формируют множество частных критериев. В соответствии с ними оценивается каждая из представленных альтернатив – трёх программ (третий уровень иерархии).

Положительным фактом является то, что в методе аналитических иерархий применяется статистический критерий для измерения согласованности (вербальных, словесно выраженных) суждений относительно важности критериев (компонентов инновационного потенциала) при их попарном сравнении. Применяемые знания обретают форму квадратной числовой матрицы суждений на базе метода парных сравнений. При парном сопоставлении определённых критериев по цели результат сопоставления представляется конкретным числом с применением отобранной шкалы целых положительных чисел. Процесс формирования матрицы суждений повторяется относительно к множеству проектов, сопоставляемых по каждому частному критерию, выполняющих для сценариев роль цели. Повторяя данные шаги многократно относительно количества частных критериев, входящих в векторный критерий, находим для каждого проекта вектор его приоритетов по каждому частному критерию.

Оптимальная программа формирования взаимосвязей между реальным и финансовым секторами хозяйства России определяется как наиболее эффективный сценарий. При этом, скалярное произведение его вектора приоритетов с вектором приоритетов критериев составляет наибольшую величину. Наряду с программами Минэкономразвития и Столыпинского клуба, авторская программа организации взаимодействия и формирования взаимосвязей реального и финансового секторов в наибольшей степени ориентирована на инновационное развитие рассматриваемых секторов и формирование взаимосвязей между ними на базе организационных инноваций (IT-технологий) в рамках цифровизации. Авторская программа нацелена, прежде всего, на возрождение реального сектора России. Возможности развития национального реального сектора определяется структурной перестройкой с целью реиндустриализации, финансирования науки и НИОКР согласно мировым нормам. Только тогда возможен инновационный прорыв, обеспечивающий экономический рост и национальную безопасность России. Вследствие этого, появятся условия для мощного финансирования государством инноваций в случае эффективного распределения денежных, финансовых, кредитных потоков в реальный сектор и его подсекторы, ликвидации разрыва между рассматриваемыми секторами и частичного восстановления приоритета реального сектора над финансовым. Современные финансовые инструменты могут масштабно капитализировать средства. Нужен стимул для их направления в высокотехнологичный сектор.

В свою очередь, программа Столыпинского клуба ориентирована на преобразование, прежде всего, субъектов финансового сектора, при проведении более мягкой монетарной политики, направленной на рефинансирование Банком России кредитов субъектов банковского сектора. Программа Минэкономразвития базируется в большей степени на развитии сырьевого подсектора.

Таким образом, автором сформулированы статистически значимые выводы в пользу применения не только сформулированной авторской методики оценки инновационного потенциала национального хозяйства России, но и выбора авторской программы совершенствования взаимодействия реального и финансового секторов национального хозяйства России с целью его инновационного и безопасного развития и повышения уровня инновационного потенциала в соответствии с методом и методикой анализа иерархических структур и

применением экономико – математической модели – матрицы парных суждений и экспертного мнения автора. В случае если на каждом уровне иерархии будет участвовать свой эксперт, то по У. Эшби [14] данный случай со многими экспертами признаётся последовательным выбором с несколькими выборщиками.

Литература

1. Айвазян С.А. Эконометрика / С.А. Айвазян, С.С. Иванова. – М.: Маркет ДС, 2010. - 104 с.
2. Зуева О.А. Ключев Н.А. Методика прогнозирования инновационного потенциала национального хозяйства России. Современный подход к исследованию роли и конвергенции реального и финансового секторов экономики // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2017. № 4(31). С. 84–91.
3. Зуева О.А. Организация взаимодействия реального и финансового секторов хозяйства России с целью инновационного развития и обеспечения национальной безопасности // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2018. № 8. С. 23–29.
4. Зуева О.А. Инновационный потенциал как новый индикатор экономического роста национального хозяйства России и конвергенции его подсекторов.: монография. – СПб.: Издательский Центр «ООО Интермедия», 2018. 120 с.
5. Ключев Н.А. Спектральный анализ регрессионных эконометрических моделей // Вестник инжэкона. Серия «Экономика». 2007. Вып. 4 (17). С. 219–226.
6. Ключев Н.А., Нестеров А.А. Спектральные представления в моделях прогнозирования // Экономическое прогнозирование: модели и методы: Материалы Международной научно-практической конференции, 30–31 марта 2006 г: в 2 ч. - Воронеж: Воронежский государственный университет. Ч. 1. С. 51–59.
7. Кремер Н.Ш. Математика для экономистов. От Арифметики до Эконометрики. Учебно-справочное пособие / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин. –М.: Юрайт, 2014. 724 с.
8. Лизунова Н.А., Шкроба С.П. Матрицы и системы линейных уравнений. – М.: Физматлит, 2007. 352 с.
9. Манжиров А.В., Полянин А.Д. Справочник по интегральным уравнениям. Методы решения. –М.: Изд –во «Факториал Пресс», 2000. 384 с.
10. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе./ Т. Саати. –М.: Изд-во «Радио и связь». 1993 г. – 278 с.
11. Тихомиров Н. Методы эконометрики и многомерного статистического анализа. –М.: Экономика, 2017. 989 с.
12. Чураков Е. Введение в многомерные статистические методы: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2016. 148 с.
13. Яновский Л.П., Буховец А.Г. Введение в эконометрику. –М.: КноРус, 2017. 256 с.
14. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. – М.: Изд-во иностр. литературы, 1959. 432 с.
15. Zueva O.A. Forming the interrelation of real and financial industries of the national economy of Russia on an innovative basis in the conditions of global instability: monograph [Electronic resource].– SPb: LLC «St. PETERSBURG SECC» 2018. - 1 electron. wholesale disk (CD-R). – Systems.

Reference

1. Ajvazyan S.A. EHkonometrika / S.A. Ajvazyan, S.S. Ivanova. – М.: Market DS, 2010. - 104 s.
2. Zueva O.A. Klyuzhev N.A. Metodika prognozirovaniya innovacionnogo potenciala nacional'nogo hozyajstva Rossii. Sovremennyy podhod k issledovaniyu roli i konvergencii real'nogo i finansovogo sektorov ehkonomiki // *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya: EHkonomika i ehkologicheskij menedzhment*. 2017. № 4(31). S. 84–91.
3. Zueva O.A. Organizaciya vzaimodejstviya real'nogo i finansovogo sektorov hozyajstva Rossii s cel'yu innovacionnogo razvitiya i obespecheniya nacional'noj bezopasnosti // *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya: EHkonomika i ehkologicheskij menedzhment*. 2018. № 8. S. 23–29.
4. Zueva O.A. Innovacionnyj potencial kak novyj indikator ehkonomicheskogo rosta nacional'nogo hozyajstva Rossii i konvergencii ego podsektorov.: monografiya. – SPb.: Izdatel'skij Centr «ООО Intermediya», 2018. 120 s.
5. Klyuzhev N.A. Spektral'nyj analiz regressionnyh ehkonometricheskikh modelej // *Vestnik inzhehkona. Seriya «EHkonomika»*. 2007. Vyp. 4 (17). S. 219–226.
6. Klyuzhev N.A., Nesterov A.A. Spektral'nye predstavleniya v modelyah prognozirovaniya // EHkonomicheskoe prognozirovanie: modeli i metody: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 30–31 marta 2006 g: v 2 ch. Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj universitet. CH. 1. S. 51–59.
7. Kremer N.SH. Matematika dlya ehkonomistov. Ot Arifmetiki do EHkonometriki. Uchebno-spravochnoe posobie / N.SH. Kremer, B.A. Putko, I.M. Trishin. –М.: YUrajt, 2014. 724 с.

8. Lizunova N.A., SHkroba S.P. Matricy i sistemy linejnyh uravnenij. – M.: Fizmatlit, 2007. 352 с.
9. Manzhirov A.V., Polyandin A.D. Spravochnik po integral'nyh uravneniyam. Metody resheniya. –M.: Izd –vo «Faktorial Press», 2000. 384 с.
10. Saati T. Prinyatie reshenij. Metod analiza ierarhij / per. s angl. R.G. Vachnadze./ T. Saati. –M.: Izd-vo «Radio i svyaz'». 1993 g. – 278 s.
11. Tihomirov N. Metody ehkonometriki i mnogomernogo statisticheskogo analiza. –M.: EHkonomika, 2017. 989 с.
12. CHurakov E. Vvedenie v mnogomernye statisticheskie metody: Uchebnoe posobie. – SPb.: Lan', 2016. 148 с.
13. YAnovskij L.P., Buhovec A.G. Vvedenie v ehkonometriku. –M.: KnoRus, 2017. 256 с.
14. EHshbi U.R. Vvedenie v kibernetiku. – M.: Izd-vo inostr. literatury, 1959. 432 с.
15. Zueva O.A. Forming the interrelation of real and financial industries of the national economy of Russia on an innovative basis in the conditions of global instability: monograph [Electronic resource].– SPb: LLC «St. PETERSBURG SECC» 2018. - 1 electron. wholesale disk (CD-R). – Systems.

Статья поступила в редакцию 14.12.2018 г.