

## МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ

*С. В. Проничкин<sup>1,2\*</sup>, И. П. Тихонов<sup>3</sup>, Е. Г. Раевская<sup>3</sup>, А. В. Роцин<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, Москва; \*e-mail: [pronichkin@mail.ru](mailto:pronichkin@mail.ru)

<sup>2</sup>Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук, Москва

Поступила в редакцию 26.03.2018 г.

Проведено исследование проблемы практического использования результатов научно-технической программы с учетом особенностей развития национальной инновационной системы России в области науки и техники. Основной задачей исследования было выявление и анализ факторов, противодействующих внедрению результатов прикладных научных исследований и разработок. На примере анализа одной из завершенных федеральных научно-технических программ проведена экспертная оценка характеристик востребованности результатов, в частности, оценены характеристики актуальности и возможного спроса на полученные результаты. Проведен частотный анализ и ранжирование факторов, препятствующих внедрению полученных результатов программы. Определены возможные направления развития систем практической реализации результатов научно-технических программ в России с учетом общемировых тенденций и существующего научно-технического потенциала страны.

*Ключевые слова:* научно-техническая программа, востребованность, реализуемость, анкетирование, экспертиза, многокритериальный анализ.

### ВВЕДЕНИЕ

Происходящие в мире изменения наглядно демонстрируют необходимость государств поддерживать должный технологический уровень за счет постоянного технического перевооружения, что невозможно без внедрения новейших научно-технических достижений.

Одним из главных направлений обеспечения перехода экономики России на инновационный путь развития в области науки, технологий и образования является повышение уровня инновационной активности бизнеса. За последние годы был реализован ряд федеральных целевых программ в рамках инновационной политики по стимулированию научных и образовательных учреждений к инновациям и развитию различных инструментов поддержки технологической модернизации, однако при наличии отдельных улучшений сохраняется фрагментарность и неустойчивость общего прогресса в этой сфере [1, 2]. Одной из важных проблем, существенно влияющих на эффективность

отечественных научно технических программ НТП, уже многие годы является недостаточный уровень практического использования полученных в ходе проведения НИОКР результатов. При проведении федеральной целевой программы (ФЦП) «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009 – 2014 гг.)» (далее-Программа) были проанализированы сложившиеся в стране организационно-экономические механизмы практической реализации результатов работ. Комплексный анализ востребованности и реализуемости результатов федеральной целевой программы [3, 4], тенденций научно-технического, технологического и инновационного развития Российской Федерации позволил выделить ряд областей для улучшений государственной научно-технической политики. Проведенный комплексный анализ показал:

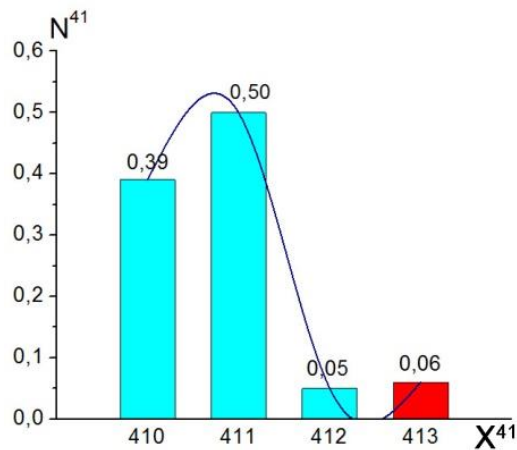
- подавляющее большинство завершенных исследований заканчиваются единичным (мелкосерийным) внедрением и только у заказчика работ;
- отсутствует организационно-экономический механизм взаимного согласования интересов разработчиков результатов Программы, инвесторов, производителей и других участников при их практической реализации.

Результаты проведенного анализа не вышли за рамки известных теоретических положений и не получили развития, основанного на практическом исследовании конкретных факторов, влияющих на реализацию результатов Программы. При этом было отмечено, что эффективность внедрения результатов НИОКР зависит от многих факторов, важнейшими из которых являются востребованность произведенного продукта и готовность потребителя его воспринять. Поэтому представлялось актуальным исследование этих факторов при проведении многокритериального анализа связанных с ними характеристик.

#### **КРИТЕРИИ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОГРАММ**

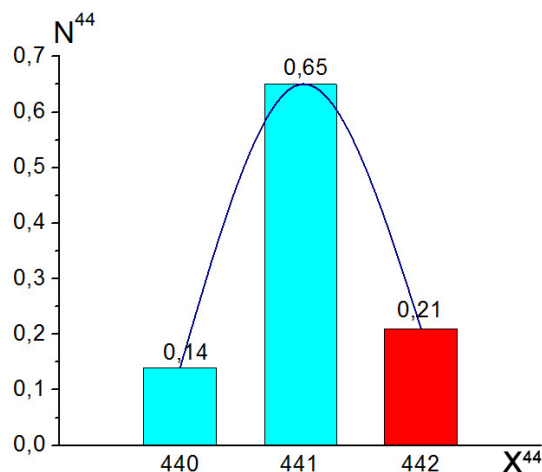
В рамках наших предыдущих исследований [4] была проведена экспертная оценка характеристик востребованности результатов Программы. В частности, были получены экспертные оценки по таким критериям, как актуальность и возможный спрос на результаты выполнения Программы. На рисунках 1 и 2 показаны градации (X) этих критериев и соответствующее каждой градации относительное число подтверждающих оценок экспертов (N).

Как видно из рисунка 1, актуальность результатов достаточно высока – суммарно безотлагательное применение ( $N^{A10} = 0,39$ ) вместе с использованием результатов в самое ближайшее время ( $N^{A11} = 0,50$ ) составляет практически 90%. Это свидетельствует о высокой актуальности полученных результатов.



**Рис. 1.** Оценка актуальности результатов Программы. Шифр градаций:  $X^{410}$  – требуется безотлагательное применение результатов,  $X^{411}$  – результаты потребуются в ближайшее время,  $X^{412}$  – результаты потребуются в отдаленной перспективе,  $X^{413}$  – оценить неотложность применения результатов затруднительно.

Как видно из рисунка 2, основная доля полученных результатов может быть реализована, но лишь 14% результатов имеют подтвержденный заявками спрос. Для 21% результатов Программы оценить наличие спроса оказалось затруднительно.



**Рис. 2.** Оценка возможного спроса на результаты Программы. Шифр градаций:  $X^{440}$  – имеется спрос на результат, подтвержденный заявками конкретных потребителей,  $X^{441}$  – возможен спрос на результат,  $X^{442}$  – оценить наличие спроса на результат затруднительно.

Полученные экспертные данные свидетельствуют о сравнительно невысокой востребованности результатов Программы для их практического использования. Таким образом, при довольно значительной актуальности результатов Программы подтвержденный заявками спрос на них крайне низок.

В связи с этим представлялось целесообразным провести исследование фактических причин невысокой востребованности результатов Программы,

которые могут непосредственно снижать эффективность их реализации. Такое исследование было проведено путем анкетирования руководителей ряда завершенных НИОКР Программы. С этой целью была разработана анкета, основанная на системе критериев практического использования результатов научно-технических программ. Критерии учитывают приоритетность направления проведенного исследования, конечного потребителя и форму, в которой могут быть востребованы результаты. Также учитывается стадия производства научной продукции, срок ее освоения и окупаемость расходов на разработку конечного продукта. Критерии сведены в специальную анкету, представленную ниже. Анкета содержит как закрытые вопросы, для ответа на которые необходимо выбрать вариант ответа, так и открытые вопросы, на которые предлагается ответить в свободной форме. Открытые вопросы охватывают такие аспекты практического использования результатов как: специфические факторы, противодействующие внедрению результатов проекта; требования к организации, которая может освоить результаты проекта для производства конечной продукции или оказания услуг.

***Анкета для оценки возможностей и ограничений практического использования результатов научно-технических программ***

1. Укажите название проекта:

2. К какому приоритетному направлению относится научный проект?

2.1 – Безопасность и противодействие терроризму

2.2 – Индустрия наносистем

2.3 – Информационно-телекоммуникационные системы

2.4 – Науки о жизни

2.5 – Рациональное природопользование

2.6 – Транспортные и космические системы

2.7 – Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика.

3. Кем может быть востребована конечная продукция, полученная на основе результатов проекта?

Вашей организацией	Исследовательской организацией	Производственной компанией	Массовым потребителем	Не востребована
1	2	3	4	5

4. В какой форме могут быть востребованы результаты проекта?

В форме завершенной теоретической концепции	В форме завершенной теоретической модели	В форме заверщенного продукта и его предложения к испытанию	В форме заверщенного продукта и начала его практического внедрения	В форме заверщенного продукта, готового для запуска в серийное производство
1	2	3	4	5

## МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ

5. На какой стадии производства научной продукции находятся сегодня результаты проекта?

5.1 - Разработки концепции, построения гипотез

5.2 - Конструирования модели продукта

5.3 - Испытания, апробации модели продукта

5.4 - Доработки модели продукта после испытания

5.5 - Разработка модели продукта осуществлена, но практическое внедрение пока не началось

6 - Осуществлен трансфер научного продукта в инновационную продукцию, готовую к производству (распространению)

7 - Продукция готова к серийному производству, происходит поиск рынка, изучение потенциального спроса на инновационную продукцию

8 - Начато серийное производство инновационной продукции

9 - Инновационная продукция поставляется на рынок.

6. Кто внедряет, использует или по плану предполагает практическое внедрение (использование) конечной продукции проекта?

Только Ваша организация	Ваша организация, совместно с партнером	Только российский партнер	Только зарубежный партнер	Никто или не известно
1	2	3	4	5

7. Кем осуществлялась компенсация затрат на проведение работ по проекту?

1. Доля собственных средств Вашей организации	2. Доля партнера	3. Доля государственного бюджета
%	%	%

8. Если результаты проекта внедрены или их предполагается внедрить в производство, то, по Вашему мнению, какова предположительная длительность окупаемости расходов на разработку конечного продукта?

1 год	2 года	3 года	4-5 лет	6-7 лет	8-10 лет	11-15 лет	Более 15 лет	Затрудняюсь ответить
1	2	3	4	5	6	7	8	9

9. Если результаты проекта внедрены или их предполагается внедрить в производство, то, по Вашему мнению, сколько времени произведенный конечный продукт может сохранить свою актуальность на рынке товаров и услуг?

1-3 года	4-5 лет	6-8 лет	9-10 лет	11-15 лет	Более 15 лет
1	2	3	4	5	6

10. Какие из перечисленных факторов мешают внедрению результатов проекта?

1 - Дефицит высококвалифицированных специалистов производства

- 2 - Дефицит высококвалифицированных менеджеров для продвижения инновационной продукции на рынок
- 3 - Дефицит финансов
- 4 - Недостаточность производящей техники
- 5 - Наличие бюрократических помех для начала производства инновационной продукции
- 6 - Наличие бюрократических помех для выхода на рынок с инновационной продукцией
- 7 - Незнученность российского рынка инновационной продукции
- 8 - Незнученность зарубежного рынка инновационной продукции
- 9 - Низкий спрос на инновационную продукцию.

11. Укажите специфические факторы, противодействующие внедрению результатов проекта:

12. Укажите тип организации, которая может освоить результаты проекта для производства конечной продукции (оказания услуг)

Вуз	Академическая научно-исследовательская организация	Организация предпринимательского сектора (отраслевая исследовательская организация)	Российская производственная компания	Зарубежная производственная компания
1	2	3	4	5

13. Укажите конкретную организацию, которая может освоить результаты проекта для производства конечной продукции (оказания услуг):

14. Укажите специфические требования к организации, которая может освоить результаты проекта для производства конечной продукции (оказания услуг).

### **МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ**

При выборе метода многокритериального анализа руководством к действиям служат данные, по которым узнают о фактах и принимают соответствующие решения. В нашем случае данные – это оценки участников Программы, которые в данном случае выступают в качестве экспертов по своим проектам. Оценки, полученные в результате анкетирования, служат основой для управленческих решений, которые позволят внести необходимые корректировки в выполнение мероприятий НТП [5, 6]. Чем больше объектов анкетирования, тем больше информации о совокупности результатов НТП получится. Но увеличение количества объектов одновременно означает и увеличение количества экспертных оценок, что затрудняет понимание особенностей всей совокупности результатов НТП. В таком случае нужен метод, благодаря которому можно было бы понимать особенности всей совокупности объектов анкетирования с первого взгляда. Этим требованиям отвечает метод частотного анализа [7], который позволяет оценить

распределение экспертных оценок, сгруппированных по их частоте. Организуя множество экспертных оценок по их частоте, можно получить объективное представление о всей совокупности результатов НТП. Таким образом, метод частотного анализа представляет собой один из статистических методов обработки данных, позволяет принимать достоверные, обоснованные и доказательные решения.

В результате обработки методом частотного анализа анкет, заполненных участниками завершенных мероприятий Программы, были получены основные характеристики результатов Программы. В таблице 1 представлены обобщенные результаты анализа закрытых вопросов анкеты.

**Таблица 1.** Результаты обработки методом частотного анализа закрытых вопросов анкет, заполненных участниками мероприятий Программы

Раздел анкеты	Вариант ответа респондента	Частота оценки
Приоритетное направление использования результатов	Рациональное природопользование	33%
	Безопасность	30%
	Энергоэффективность	20%
Стадии производства научной продукции	Испытания и доработки после испытаний	40%
	Разработка завершена, но внедрение не началось	40%
	Продукция готова к серийному производству (поиск рынка)	15%
	Начато серийное производство	0
Кем могут быть востребованы научные результаты	Организацией исполнителя	20%
	Массовым потребителем	20%
	Производственной компанией	45%
	Прочие	15%
Кто внедряет (или предполагает) полученные результаты	Только организация исполнителя	20%
	Организация исполнителя совместно с партнером	30%
	Только российский партнер	20%
	Кандидат отсутствует	30%
Кто компенсирует затраты	Только госбюджет	40%
	Только собственные средства	20%
	Только российский партнер	5%
	Совместное финансирование	35%
Предполагаемая длительность окупаемости расходов	До 3-х лет	60%
	Более 3-х лет	40%

Используя результаты частотного анализа, представленного в таблице 1, можно сформировать обобщенный проект Программы, которому соответствует максимальное число оценок по критериям. В таком проекте, профинансированном за счет бюджетных средств, проведены исследования в области рационального природопользования, но внедрение результатов,

которым самостоятельно занимается организация-исполнитель проекта, не началось, вместе с тем эти результаты могут быть востребованы производственными компаниями, причем окупаемость расходов составит до трех лет. С целью выявления и анализа факторов, препятствующих внедрению результатов обобщенного проекта, проведен анализ частот открытых вопросов анкеты. Факторы были проранжированы и сведены в таблицу 2.

**Таблица 2.** Факторы, препятствующие внедрению результатов Программы

<b>Фактор, препятствующий внедрению</b>	<b>Частота фактора</b>
Дефицит финансовых средств	30%
Наличие бюрократических помех для выхода на рынок	20%
Дефицит специалистов и менеджеров	20%
Недостаточность производственной техники	15%
Низкий спрос на инновационную продукцию	15%

Основными результатами формирования среды, благоприятной для повышения практического использования результатов современных научно-технических программ, должны стать:

- достаточное финансирование для проведения полного цикла исследований, конкурентоспособный инвестиционный климат, обусловленный высоким спросом на инновационную продукцию, создание развитых условий для получения поддержки для внедрения результатов НИОКР;
- создание эффективных инструментов выявления перспективных проектов и государственной поддержки дальнейшего продвижения результатов НТП, интенсификация усилий по улучшению гибкости и развитости механизмов распределения рисков между государством и производственными компаниями, высокая ориентированность на стимулирование связей между различными участниками инновационных процессов, а также на формирование и развитие научно-производственных партнерств;
- устранение бюрократических помех для выхода на рынок и распространения в экономике новых технологий, обусловленных отраслевым регулированием и процедурами сертификации;
- вовлечение в экономический и гражданско-правовой оборот прав на результаты интеллектуальной деятельности [8, 9], которые созданы при финансовой поддержке государства;
- стимулирование притока квалифицированных специалистов, способных к реализации инновационной проектов [10];
- развитие отечественной производственной базы и материалов (по приемлемой стоимости) для практического использования, полученных результатов НТП.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сложные задачи формирования и поиска рациональных путей реализации результатов НТП выдвигают на первый план необходимость выявления и анализа факторов, противодействующих внедрению результатов прикладных научных исследований и разработок. Приведенные в данной статье результаты исследований показали сравнительно невысокую востребованность результатов Программы (даже при их значительной актуальности). Проведенный частотный анализ и ранжирование факторов, препятствующих внедрению полученных результатов, выявил фактические причины невысокой востребованности результатов Программы, непосредственно снижающие эффективность реализации. Определены возможные направления развития систем практической реализации результатов научно-технических программ в России с учетом общемировых тенденций и существующего научно-технического потенциала страны. Результаты проведенного исследования представляют интерес для дальнейшего углубленного анализа с целью получения как конкретных практических рекомендаций, так и предложений системного характера для улучшения ситуации с внедрением результатов НИОКР. В частности, «площадкой» для обсуждения этих вопросов может стать предстоящая в октябре 2018 года IV Международная конференция «Актуальные научные и научно-технические проблемы обеспечения химической безопасности».

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-06-00335а.*

## Список литературы:

1. Kahn M., Melo L., Matos M. Financing Innovation. London: Routledge, 2013.
2. Блошенко А.В., Тихонов И.П., Сахарова Н.А., Холстов А.В. // Экономическая наука современной России. 2015. № 1 (68). С. 70.
3. Роцин А.В., Тихонов И.П., Проничкин С.В. // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 21(324). С. 10.
4. Тихонов И.П., Проничкин С.В. Экспертно-статистический анализ эффективности научно-технической программы // Аудит и финансовый анализ. 2017. № 3-4. С. 598.
5. Проничкин С.В., Раевская Е.Г., Тихонов И.П. // Химическая безопасность. 2017. Т. 1. № 2. С. 147.
6. Проничкин С.В., Тихонов И.П., Сахарова Н.А., Роцин А.В. // Химическая безопасность. 2017. Т.1. № 1. С. 256.
7. Айвазян С.А. Методы эконометрики. М.: Инфра-М, 2010.
8. Venkataraman R.R., Pinto J.K. Cost and Value Management in Projects. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008.
9. Aghion P., Blundell R., Griffith R., Howitt, P., Prantl S. // Review of Economics and Statistics. 2009. V. 91. No. 1. P. 20.
10. Багриновский К.А., Бендииков М.А., Хрусталева Е.Ю. Механизмы технологического развития экономики России. М.: Наука, 2003.

## MULTICRITERIA ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING PRACTICAL APPLICATION OF RESULTS OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRAM

*S. V. Pronichkin<sup>1,2\*</sup>, I. P. Tikhonov<sup>3</sup>, E. G. Raevskaya<sup>3</sup>, and A. V. Roshchin<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Federal Research Center “Computer Science and Control”, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, \*e-mail: pronichkin@mail.ru

<sup>2</sup>National University of Science and Technology, MISIS, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Semenov Institute of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Received March 26, 2018

**Abstract** – The article addresses the problem of practical applying results obtained after execution of one of the scientific and technical programs, taking into account specific features of the development of the national innovative science and engineering system in Russia. The main goal of the research was to identify and analyze factors counteracting implementation of results of applied research and development. An expert evaluation of such characteristics as demand for results was carried out, including the characteristics of relevance and possible request for results, as exemplified by the data obtained in one of the accomplished federal scientific and technical programs. Frequency response analysis and ranking of factors preventing implementation of the program results were performed. Prospects for developing systems of practical implementation of the results of scientific and technical programs in Russia were determined, in terms of the global trends and the current scientific and technical potential of the country.

*Keywords:* scientific and technical program, demand, feasibility, questioning, expertise, multicriteria analysis.