

УДК 332:330.341.1:338.2
DOI 10.17513/fr.43584

ФАКТОРНЫЕ МОДЕЛИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ЗАТРАТНОГО МЕХАНИЗМА ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Райская М.В., Аксянова А.В.

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
Казань, e-mail: emma898@mail.ru*

Аннотация. Актуализировано значение инноваций в получении долгосрочных конкурентных преимуществ. Определена роль затрат в результативности инновационной деятельности. Рассмотрено моделирование как совокупность способов исследования инновационных процессов с целью поиска путей их оптимизации и повышения эффективности. Выделен ряд инструментов логико-графического и экономико-математического моделирования применительно к изучению различных аспектов инновационной деятельности на отраслевом и региональном уровнях. В качестве методологической основы проведения исследования выбраны факторный и регрессионный анализ. Выполнен факторный анализ для двух видов экономической деятельности «Производство химических веществ и химических продуктов» и «Производство резиновых и пластмассовых изделий», относящихся к нефтехимической отрасли. В качестве результата получены соответствующие наборы главных компонент (факторов), характеризующих затраты на инновации в рассматриваемых видах деятельности, которые были интерпретированы в зависимости от входящих в их состав объясняющих переменных. На основе значений факторов построены регрессионные модели для рассматриваемых видов деятельности, описывающие характер влияния факторов на результирующий показатель инновационной деятельности – объем инновационных товаров, работ, услуг. Сделаны выводы о возможности и целесообразности использования полученных моделей при планировании и оптимизации инновационных процессов в части использования и распределения затрат на инновационную деятельность.

Ключевые слова: инновации, моделирование инновационных процессов, факторный анализ, затраты, результативность, промышленность

FACTOR MODELS OF THE EFFECTIVENESS OF THE COST MECHANISM OF INNOVATION ACTIVITY IN INDUSTRIES

Rayskaya M.V., Aksyanova A.V.

Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: emma898@mail.ru

Annotation. The importance of innovation in obtaining long-term competitive advantages has been updated. The role of costs in the effectiveness of innovation activity is determined. Modeling is considered as a set of ways to study innovative processes in order to find ways to optimize them and increase efficiency. A number of logical-graphical and economic-mathematical modeling tools are highlighted in relation to the study of various aspects of innovation activity at the sectoral and regional levels. Factorial and regression analysis were chosen as the methodological basis for the study. A factor analysis was performed for two types of economic activity “Production of chemicals and chemical products” and “Production of rubber and plastic products” related to the petrochemical industry. As a result, the corresponding sets of main components (factors) characterizing the costs of innovation in the activities under consideration were obtained, which were interpreted depending on the explanatory variables included in them. Based on the values of the factors, regression models for the types of activities under consideration are constructed, describing the nature of the influence of factors on the resulting indicator of innovation activity – the volume of innovative goods, works, and services. Conclusions are drawn about the possibility and expediency of using the obtained models in planning and optimizing innovative processes in terms of using and allocating costs for innovative activities.

Keywords: innovation, modeling of innovation processes, factor analysis, costs, effectiveness, industry

В современной экономике инновации и скорость их внедрения являются одним из ключевых преимуществ в сохранении и повышении конкурентоспособности экономических систем любого уровня. Исключением не являются и отрасли промышленности, рассматриваемые как в отдельности, так и в совокупности. Одной из ведущих отраслей в современной российской экономике является нефтехимическая отрасль, представляемая такими видами экономической деятельности (ВЭД), как «Произ-

водство химических веществ и химических продуктов» и «Производство резиновых и пластмассовых изделий».

Конкурентные преимущества, основанные на инновациях, носят долгосрочный характер, то есть удерживаются достаточно долго, поскольку требуют значительных затрат и особых компетенций, которые трудно поддаются копированию со стороны конкурентов. Инновации могут быть связаны с созданием новых продуктов и услуг, внедрением новых производственных

и управленческих технологий, в том числе основанных на цифровых технологиях, с использованием новых маркетинговых подходов, приобретением интеллектуальной собственности и пр.

Проблематика выявления зависимости протекания инновационных процессов от различных параметров затрат является актуальной в связи с тем, что затраты на инновационную деятельность во многом определяют эффективность и результативность последней. Не менее важным при этом является распределение затрат по направлениям осуществления инновационной деятельности.

Одним из способов изучения, в частности, с целью оптимизации инновационных процессов является моделирование, одна из разновидностей которого заключается в построении логико-графических схем протекания инновационного процесса. Например, такой подход используется А.И. Шинкевичем и А.В. Шумкиным [1] для моделирования процесса выведения инновационных продуктов в машиностроительной отрасли, где в качестве инструментов моделирования задействованы DCOR-моделирование и IDEFO-методология. В исследовании В.А. Васяичевой [2] задействована методология структурного анализа и проектирования SADT для построения модели развития процесса управления инновационной деятельностью промышленных предприятий. В свою очередь, метод имитационного моделирования был использован в качестве подхода к построению модели инновационного процесса на уровне предприятия в работе А.И. Громова и др. [3].

Другой разновидностью моделирования является экономико-математическое моделирование, базирующееся на задействовании математических инструментов исследования. Например, авторами ранее [4] был применен кластерный анализ в части изучения и моделирования эффективности инновационных процессов, характерных для среднетехнологичных промышленных отраслей. Моделирование инновационного развития на региональном уровне с использованием регрессионного анализа проводят в своем исследовании Л.А. Сосунова и Е.А. Серпер [5]. В своей научной работе Н.Р. Алиева [6] реализует моделирование инновационного процесса в агропромышленном комплексе на основе построения трендовых моделей.

В соответствии с объектом и предметом представленного исследования в качестве ключевого исследовательского инструментария авторами было использовано экономико-математическое моделирование.

Цель исследования состоит в изучении характера протекания инновационной деятельности в отраслях нефтехимической промышленности в разрезе структурирования и выявления параметров влияния различных видов затрат в сфере инновационной деятельности на ее результативность с использованием экономико-математического моделирования.

Материалы и методы исследования

В основе методологии исследования были использованы методы анализа, синтеза, сравнения, обобщения, системного, факторного и регрессионного анализа. Для построения факторной модели затрат в качестве метода исследования был использован метод факторного анализа (с использованием ППП «STATISTICA»). Моделирование было осуществлено на основе данных статистического сборника НИУ ВШЭ «Индикаторы инновационной деятельности: 2023» за 2003–2021 гг. [7].

Результаты исследования и их обсуждение

Факторный анализ представляет собой способ сокращения числа переменных на основе их объединения по признаку высокой корреляции между собой, сводя их к меньшему количеству независимых факторов.

Для анализа и моделирования были выбраны следующие затраты на инновационную деятельность (переменные) по ее видам (в млн руб.):

- X1 – исследования и разработки (НИР);
- X2 – производственное проектирование (дизайн);
- X3 – приобретение машин и оборудования, прочих основных средств, связанных с инновационной деятельностью;
- X4 – приобретение новых технологий;
- X5 – приобретение прав на результаты интеллектуальной собственности;
- X6 – разработка и приобретение программ для ЭВМ и баз данных;
- X7 – подготовка производства (инжиниринг);
- X8 – обучение и подготовка персонала;
- X9 – маркетинг и создание бренда;
- X10 – прочие расходы.

Результаты факторного анализа данных для первой отрасли нефтехимической промышленности ВЭД «Производство химических веществ и химических продуктов» представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, факторное поле переменных преобразовалось в три главные компоненты с суммарной описательной долей дисперсии, равной 78,3 %.

Таблица 1

Матрица факторных нагрузок для ВЭД
«Производство химических веществ и химических продуктов»

Перемен.	Фактор. нагрузки (Варимакс нормализ.) Выделение: Главные компоненты		
	Фактор (1)	Фактор (2)	Фактор (3)
<i>X1</i>	0,628700	0,564373	0,378262
<i>X2</i>	-0,148859	-0,778117	-0,014912
<i>X3</i>	0,850921	0,243975	0,339512
<i>X4</i>	0,140016	0,590143	-0,474920
<i>X5</i>	-0,009529	0,916891	0,105261
<i>X6</i>	0,873753	-0,031639	0,044380
<i>X7</i>	0,330891	0,802289	0,276407
<i>X8</i>	-0,045031	0,272404	0,803736
<i>X9</i>	0,491580	-0,081599	0,747419
<i>X10</i>	0,841366	0,341376	-0,225714
Общ. дис.	2,985694	3,014533	1,829145
Доля общ.	0,298569	0,301453	0,182915

Примечание: рассчитано авторами.

Таблица 2

Состав и интерпретация главных компонент для ВЭД
«Производство химических веществ и химических продуктов»

Главная компонента	Состав переменных	Интерпретация главной компоненты
F1	<i>X1, X3, X6, X10</i>	Базисно-цифровые затраты
F2	<i>X2, X4, X5, X7</i>	Инновационно-технологические затраты
F3	<i>X8, X9</i>	Организационно-маркетинговые затраты

Примечание: составлено авторами.

Переменные распределились по главным компонентам следующим образом: в первую компоненту было включено четыре переменные: *X1, X3, X6, X10* – с долей дисперсии 29,9%, во вторую – также четыре переменные: *X2, X4, X5, X7* – с долей дисперсии 30,1%, в третью – две переменные: *X8, X9* – с долей дисперсии 18,3%. Состав и интерпретация главных компонент представлены в табл. 2.

Последующая интерпретация главных компонент позволяет получить структурированное представление о содержании исследуемого явления или процесса, в данном случае – затрат инновационного характера.

Первая главная компонента была интерпретирована авторами как «базисно-цифровые затраты», поскольку объединила в себе прежде всего затраты на НИР; приобретение основных средств, связанных с инновационной деятельностью; программное (цифровое) обеспечение. Вторая главная компонента была определена как «инно-

вационно-технологические затраты», поскольку объяснялась факторными нагрузками переменных, связанных с затратами на производственное проектирование и инжиниринг; приобретение новых технологий и интеллектуальной собственности. Третья главная компонента получила интерпретацию «организационно-маркетинговые затраты» в силу определяющих ее затрат в области обучения и подготовки персонала, а также маркетинга и брендинга.

Далее был определен характер влияния выделенных групп затрат на один из ключевых показателей, используемых в оценке результативности инновационной деятельности, – объем инновационных товаров, работ, услуг (млн руб.). Для этого была построена модель множественной регрессии, где в качестве зависимой переменной *YI* выступал объем инновационных товаров, работ, услуг, а в качестве независимых переменных – главные компоненты. Результаты регрессионного анализа представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты и статистика регрессионного анализа для ВЭД
«Производство химических веществ и химических продуктов»

N = 19	Итоги регрессии для зависимой переменной: Y1 R = ,84056980 R2 = ,70655760 Скоррект. R2 = ,64786912 F(3,15) = 12,039 p < ,00028 Станд. ошибка оценки: 46101					
	БЕТА	Ст. Ош. (БЕТА)	B	Ст. Ош. (B)	t(15)	p-знач.
Св. член			134131,5	10576,23	12,68235	0,000000
F1	0,543137	0,139867	42195,4	10866,04	3,88323	0,001471
F2	0,570346	0,139867	44309,2	10866,04	4,07777	0,000990
F3	0,293711	0,139867	22817,9	10866,04	2,09993	0,053063

Примечание: составлено авторами.

Итоговое уравнение регрессии для ВЭД «Производство химических веществ и химических продуктов» получило вид

$$Y1 = 134131,5 + 42195,4 \times F1 + 44309,2 \times F2 + 22817,9 \times F3.$$

Из уравнения можно сделать вывод, что наибольший вклад и влияние на результативность инновационной деятельности оказывает вторая компонента, характеризующая инновационно-технологические затраты, связанные с финансированием новых технологий в таких аспектах, как производственное проектирование, приобретение новых технологий и прав на интеллектуальную собственность. Далее по степени влияния идет первая компонента, характеризующая затраты как базового характера (на НИР и основные средства), так и цифрового характера (на разработку и приобретение программных средств). Меньшее влияние на результативность оказывают ор-

ганизационно-маркетинговые (или их иногда еще называют управленческие) затраты, связанные с обучением и подготовкой персонала и маркетинговой деятельностью.

Аналогичное исследование результативности инновационной деятельности по затратам было проведено для ВЭД «Производство резиновых и пластмассовых изделий».

Результаты факторного анализа данных для ВЭД «Производство резиновых и пластмассовых изделий» представлены в табл. 4.

Как видно из табл. 4, факторное поле переменных преобразовалось в четыре главные компоненты с суммарной описательной долей дисперсии, равной 72,1%.

Переменные распределились по главным компонентам следующим образом: в первую компоненту включено четыре переменные: X4, X5, X9, X10 – с долей дисперсии 24,0%, во вторую: X1, X3 – с долей дисперсии 19,9%, в третью: X7, X8 – с долей дисперсии 14,9%, в четвертую: X2, X6 – с долей дисперсии 13,3%.

Таблица 4

Матрица факторных нагрузок для ВЭД
«Производство резиновых и пластмассовых изделий»

Перемен.	Фактор. нагрузки (Варимакс нормализ.) Выделение: Главные компоненты			
	Фактор (1)	Фактор (2)	Фактор (3)	Фактор (4)
X1	0,083937	0,922869	-0,065625	-0,107671
X2	-0,163732	0,064263	-0,018210	-0,906657
X3	0,054664	0,905157	0,233538	0,143591
X4	0,745952	0,255585	-0,032878	0,269229
X5	0,790648	0,399131	0,128522	-0,052232
X6	-0,452531	0,214784	0,398378	0,491708
X7	0,344894	-0,041536	0,742400	-0,116037
X8	-0,051473	0,150374	0,775890	0,140504
X9	0,724125	-0,107278	0,057418	0,052304
X10	-0,574222	0,103836	-0,304580	0,353374
Общ. дис.	2,398882	1,992515	1,484712	1,332043
Доля общ.	0,239888	0,199252	0,148471	0,133204

Примечание: составлено авторами.

Таблица 5

Состав и интерпретация главных компонент ВЭД
«Производство резиновых и пластмассовых изделий»

Главная компонента	Состав переменных	Интерпретация главной компоненты
F1	X4, X5, X9, X10	Инновационно-технологические затраты
F2	X1, X3	Базисные затраты
F3	X7, X8	Инжиниринговые затраты
F4	X2, X6	Проектно-цифровые затраты

Состав и интерпретация главных компонент представлены в табл. 5.

В результате интерпретации входящих в первую главную компоненту переменных, отражающих затраты на приобретение новых технологий и прав в сфере интеллектуальной собственности, маркетинг и разработку бренда, прочие инновационные затраты, рассматриваемая компонента была обозначена как «инновационно-технологические затраты». Системный анализ состава переменных второй главной компоненты, куда вошли затраты на НИР и приобретение основных средств, связанных с инновационной деятельностью, позволил интерпретировать указанную компоненту как «базисные затраты». Состав переменных, позволивших выделить их в третью компоненту, дал возможность определить последнюю как «инжиниринговые затраты». И, наконец, четвертая главная компонента в результате вошедших в ее состав переменных, связанных с затратами на производственное проектирование и программное (цифровое) обеспечение, была отнесена авторами к категории «проектно-цифровые затраты».

Далее был определен характер влияния выделенных групп затрат на один из ключевых показателей, используемых в оценке результативности инновационной деятельности, – объем инновационных товаров, работ, услуг (млн руб.). Для этого была построена модель множественной регрессии, где в качестве зависимой переменной Y_2 выступал объем инновационных товаров, работ, услуг, а в качестве независимых переменных – главные компоненты. Результирующее уравнение регрессии для ВЭД «Производство резиновых и пластмассовых изделий» получило вид линейной регрессии (факторные признаки $F1$, $F3$, $F4$ оказались незначимыми):

$$Y_2 = 36223,65 + 14020,6 \times F_2.$$

Из уравнения можно сделать вывод, что ключевое влияние на результативность инновационной деятельности оказывает вторая компонента, характеризующая ба-

зисные затраты, связанные с выполнением НИР и приобретением основных средств, связанных с инновационной деятельностью.

Заключение

Таким образом, были выделены обобщающие факторные признаки (главные компоненты) в совокупности видов затрат на инновационную деятельность, а также разработаны факторные модели результативности инновационной деятельности в нефтехимической отрасли, отражающие характер влияния выделенных групп затрат (факторов) в сфере инновационной деятельности на результирующий ее показатель. Построенные модели могут быть использованы в целях планирования и оптимизации затрат на инновационную деятельность для рассмотренных ВЭД.

Список литературы

1. Шинкевич А.И., Шумкин А.В. Функциональное моделирование процесса выведения инновационной продукции на рынок в машиностроении // Вестник университета. 2021. № 12. С. 47–54. DOI: 10.26425/1816-4277-2021-12-47-54.2.
2. Васяйчева В.А. Моделирование процесса управления инновационной деятельностью предприятий промышленной сферы // Вестник ВГУ. 2020. № 4. С. 74–82. DOI: 10.17308/econ.2020.4/3195.
3. Громов А.И., Билински Ю.А., Фляйшман А., Новикова Т.В., Худобин Е.И., Торшин Д.В. Подход к построению модели инновационного процесса на платформе субъектно-ориентированной методологии // Бизнес-информатика. 2015. № 1 (31). С. 18–30.
4. Райская М.В., Аксянова А.В. Методика оценки эффективности инновационных процессов в среднетехнологических отраслях обрабатывающей промышленности Российской Федерации // Вопросы инновационной экономики. 2023. Т. 13, № 4. С. 2059–2074. DOI: 10.18334/vines.13.4.119581.
5. Сосунова Л.А., Серпер Е.А. Экономико-математическое моделирование инновационного развития региональной экономики // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2010. № 7 (69). С. 90–96.
6. Алиева Н.Р. Экономико-математическое моделирование инновационного процесса в агропромышленной отрасли // Економічний вісник Донбасу. 2021. № 2 (64). С. 118–122. DOI: 10.12958/1817-3772-2021-2(64)-118-122.
7. Индикаторы инновационной деятельности: 2023: статистический сборник / В.В. Власова, Л.М. Гохберг, Г.А. Грачева, К.А. Дитковский, И.А. Кузнецова, С.В. Мартынова, Т.В. Ратай, Л.А. Росовецкая, Е.А. Стрельцова, С.Ю. Фридлянова. М.: НИУ ВШЭ, 2023. 292 с.