

УДК 65.011:661

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ДОСТИЖЕНИИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Кудрявцева С.С., Шинкевич М.В., Гарипова Г.Р.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань,
e-mail: sveta516@yandex.ru, leotau@mail.ru, hgulnara@mail.ru

Статья посвящена актуальной проблеме достижения целей устойчивого развития посредством повышения уровня экологичности нефтехимического производства и использования нефтехимической продукции на основе внедрения экологических инноваций. Целью работы является описание моделирования трендов и взаимосвязей по разработке и внедрению экологических инноваций на предприятиях нефтехимической промышленности для достижения целей устойчивого развития. В статье определены основные направления развития инновационной деятельности и экологических инноваций в нефтехимическом секторе; выявлены корреляции между показателями инновационной активности и экологическими инновациями; построены регрессионные модели и проведен расчет коэффициентов эластичности, описывающих экологические инновации и результаты инновационной деятельности в виде роста доли организаций, осуществляющих инновации, и доли отгруженной инновационной продукции. Установлено, что наиболее активно внедряемыми являются разработки, связанные с сокращением энергозатрат на производство единицы товаров; со вторичной переработкой (рециркуляцией) отходов производств; с сокращением материальных затрат на производство единицы товаров. Определены положительные взаимозависимости между индикаторами инновационной деятельности и внедрением экологических инноваций в процессе создания, использования и утилизации нефтехимической продукции, что обеспечивает формирование основ зеленого производства для достижения целей устойчивого развития национальной и глобальной экономической систем. Полученные результаты исследования могут быть использованы при разработке стратегий повышения уровня экологичности производства и инновационной активности на микро- и макроуровнях управления.

Ключевые слова: экологические инновации, нефтехимическая промышленность, цели устойчивого развития, инновационная активность, отгруженная инновационная продукция, энергоэффективность

ENVIRONMENTAL INNOVATIONS IN THE PETROCHEMICAL INDUSTRY IN ACHIEVING THE GOALS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Kudryavtseva S.S., Shinkevich M.V., Garipova G.R.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan National Research Technological University», Kazan, e-mail: sveta516@yandex.ru, leotau@mail.ru, hgulnara@mail.ru

The article is devoted to the urgent problem of achieving sustainable development goals by increasing the level of environmental friendliness of petrochemical production and the use of petrochemical products through the introduction of environmental innovations. The purpose of the article is to model trends and relationships for the development and implementation of environmental innovations at petrochemical enterprises in achieving sustainable development goals. The article defines the main directions for the development of innovation and environmental innovation in the petrochemical sector; revealed correlations between indicators of innovative activity and environmental innovation; Regression models were built and elasticity coefficients were calculated, describing environmental innovations and the results of innovative activities in the form of an increase in the share of organizations implementing innovations and the share of shipped innovative products. It has been established that the most actively implemented are developments related to the reduction of energy consumption for the production of a unit of goods; secondary processing (recycling) of industrial waste; reduction in material costs for the production of a unit of goods. The positive interdependencies between indicators of innovation and the introduction of environmental innovations in the process of creating, using and disposing of petrochemical products have been determined, which provides the formation of the foundations of green production to achieve the goals of sustainable development of the national and global economic systems. The obtained results of the study can be used in the development of strategies for increasing the level of environmental friendliness of production and innovative activity at the micro and macro levels of management.

Keywords: environmental innovation, petrochemical industry, sustainable development goals, innovation activity, innovative products shipped, energy efficiency

Ориентация экономических систем на достижение целей устойчивого развития особенно остро повысила интерес и обусловила необходимость выработки научных подходов к управлению производственными процессами на предприятиях, характеризующихся высокой экологической нагрузкой на состояние природной среды. Нефтехимическая промышленность

служит представителем тех отраслей экономики, особенностями которых являются сложность производственно-технологических цепочек создания продукции, высокий уровень риска в работе химико-технологических систем, повышенное негативное воздействие на окружающий мир. В то же время предприятия нефтехимической промышленности демонстрируют высокие по-

казатели экономической, технологической эффективности, а также высокий уровень инновационной активности. В связи с этим первостепенное значение приобретает разработка управленческого подхода, позволяющего, с одной стороны, обеспечить дальнейшее стимулирование инновационной активности нефтехимической промышленности, с другой – обеспечить достижение целей устойчивого развития микро- и макроэкономических систем за счет единства и гармоничного развития экологической, экономической и социальной подсистем. Все это обуславливает систематизацию ключевых целей производственных стратегий нефтехимических предприятий по следующим направлениям:

– абсолютные цели: сокращение объема выбросов парниковых газов в расчетном году по сравнению с базовым годом;

– относительные цели: сокращение объема выбросов парниковых газов в расчетном году относительно базовых уровней на расчетную единицу (выручку, объем отгруженной продукции и т.п.);

– научно обоснованные цели: уменьшение выбросов парниковых газов, разработанное в сценарии удержания глобального потепления ниже 1,5–2 °С (оптимизирует конкурентное преимущество при переходе от линейной классической экономики к системе с низким использованием ископаемого топлива – циклической, зеленой, экономике замкнутого цикла).

В научной литературе существуют примеры исследований российских и зарубежных авторов по вопросам повышения экологичности нефтехимического производства – инструментарию экологизации производства [1], экологическая безопасность химико-технологических систем [2], экологизация производства и конкурентоспособность предприятий [3], экологические аспекты производства и экономическая эффективность [4], проекты бережливого производства в нефтехимии [5], эколого-экономическая оценка техногенных проектов [6], технологические преобразования в промышленности [7], социальная составляющая роста промышленной экономики [8], зеленые цепи поставок в нефтехимии [9, 10], технологическая эффективность промышленности и ее влияние на окружающую среду [11].

Вместе с тем недостаточно внимания уделено вопросам моделирования достижения целей устойчивого развития во взаимосвязи с показателями экологических инноваций в нефтехимической промышленности, что предопределило формулировку темы, поставку цели и задач исследования.

Целью статьи является моделирование трендов и взаимосвязей по разработке и внедрению экологических инноваций на предприятиях нефтехимической промышленности в достижении целей устойчивого развития. Реализация поставленной цели предполагает решение следующих трех задач:

– определение основных направлений развития инновационной деятельности и экологических инноваций в нефтехимическом секторе;

– выявление корреляций между показателями инновационной активности и экологическими инновациями;

– построение регрессионных моделей и расчет коэффициентов эластичности, описывающих экологические инновации и результаты инновационной деятельности в виде роста доли организаций, осуществляющих инновации, и доли отгруженной инновационной продукции.

Материалы и методы исследования

В качестве методов исследования в статье использованы:

– методы описания и дескриптивной статистики, позволившие систематизировать тренды инновационного развития нефтехимической промышленности в динамике 2010–2018 гг.;

– методы корреляционного и кросс-корреляционного анализа – для установления взаимосвязи и временных лагов между уровнем инновационной активности, отгруженной инновационной продукции нефтехимических предприятий и внедряемыми ими экологическими инновациями;

– метод регрессии – для определения коэффициентов эластичности взаимовлияния инновационной деятельности и экологических инноваций.

Инструментом для анализа использован программный продукт Statistica.

Результаты исследования и их обсуждение

Полагаем, что достижение целей устойчивого развития невозможно без активизации инновационной деятельности нефтехимических предприятий. В связи с этим представляется целесообразным рассмотреть общие тренды и взаимосвязь показателей инновационной активности и внедрения инновационных технологий, обеспечивающих повышение экологической безопасности в процессе производства, использования и утилизации (рециклинга) химической продукции и ее отдельных компонентов. Для этого нами будут использованы следующие показатели, представленные

Росстатом за период 2010–2018 гг. по нефтехимической промышленности, состав и описательные статистики которых сведены в табл. 1, при этом показатели Y рассматриваем как зависимые, показатели X – как независимые переменные модели:

$Y1$ – инновационная активность организаций, %;

$Y2$ – удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, %;

$X1$ – удельный вес организаций, осуществлявших экологические инновации, %;

$X2$ – удельный вес организаций, осуществлявших инновации, обеспечивающие повышение экологической безопасности в процессе производства:

$X21$ – сокращение материальных затрат на производство единицы товаров, %;

$X22$ – сокращение энергозатрат на производство единицы товаров, %;

$X23$ – осуществление вторичной переработки (рециркуляции) отходов производств, %;

$X3$ – удельный вес организаций, осуществлявших инновации, обеспечивающие повышение экологической безопасности в результате использования потребителем инновационных товаров:

$X31$ – сокращение энергопотребления (энергозатрат) или потерь энергетических ресурсов, %;

$X32$ – сокращение загрязнения атмосферного воздуха, земельных, водных ресурсов, уменьшение уровня шума, %;

$X33$ – улучшение возможностей вторичной переработки (рециркуляции) товаров после использования, %.

на производство единицы товаров, – 58,6%; с вторичной переработкой (рециркуляцией) отходов производств – 56,4%; с сокращением материальных затрат на производство единицы товаров – 56,3%. При этом также следует отметить высокую инновационную активность нефтехимических предприятий по сравнению с другими секторами экономики. Так, в 2010 г. уровень инновационной активности нефтехимической отрасли составил 25,3% против 9,5% в среднем по экономике, в 2015 г. – 24,9% против 9,3%, в 2018 г. – 29,8% против 12,8% (рис. 1). Тренды инновационной активности нефтехимических предприятий соответствуют общим трендам по экономике в целом, хотя средний разрыв между ними за 2010–2018 гг. составил 15,5 процентных пункта.

Аналогично инновационной активности по нефтехимической промышленности относительно среднеотраслевых значений был превышен показатель по доле инновационных товаров в общем объеме отгруженной продукции: в 2010 г. – 11,5% против 4,8%, в 2015 г. – 9,4% против 8,4%, в 2018 г. – 7,9% против 6,5% (рис. 2). Следует отметить, что разрыв в анализируемом показателе ежегодно сокращался и достиг выравнивания в 2014 г. – 8,7%, после чего нефтехимическая промышленность снова продемонстрировала значительный рост. За 2010–2018 гг. средний разрыв по доле отгруженной продукции в нефтехимической промышленности и по экономике в целом составил 1,8 процентных пункта.

По итогам проведенного корреляционного анализа было установлено, что положительная статистически значимая

Таблица 1

Состав показателей и дескриптивная статистика по нефтехимической промышленности для моделирования (в процентах)

Показатели	Среднее	Медиана	Минимум	Максимум	Размах	Станд. отклонение
$Y1$	24,9	25,0	22,8	29,8	7,0	2,2
$Y2$	9,4	9,5	7,0	11,5	4,5	1,3
$X1$	8,0	5,8	4,9	15,4	10,5	4,3
$X21$	56,3	56,6	48,9	62,6	13,7	4,3
$X22$	58,6	59,9	48,9	63,6	14,7	4,9
$X23$	56,4	54,0	51,1	64,1	13,0	4,9
$X31$	41,8	41,9	39,6	43,4	3,8	1,3
$X32$	55,8	55,1	51,0	63,9	12,9	3,9
$X33$	31,3	31,9	26,7	36,7	10,0	3,5

Как видно из табл. 1, наибольшая доля предприятий нефтехимической промышленности внедряла экологические инновации, связанные с сокращением энергозатрат

(P -значение $\leq 0,05$) связь отмечена в следующих парах зависимых и независимых переменных: $Y1$ – инновационная активность организаций и $X33$ – удельный вес

организаций, осуществлявших инновации, обеспечивающие улучшение возможностей вторичной переработки (рециркуляции) товаров после использования (0,87); Y_2 – удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров и X_1 – удельный вес организаций, осуществлявших экологические инновации (0,74). По остальным показателям статистически значимой линейной зависимости выявлено не было. Результаты корреляционного анализа представлены в табл. 2.

Далее на основе регрессионной модели были рассчитаны коэффициенты эластичности, показавшие более высокое влияние инновационной активности нефтехимических предприятий на долю организаций, осуществлявших инновации, обеспечивающие улучшение возможностей вторичной переработки (рециркуляции) товаров после использования: коэффициент эластичности модели составил 1,4, следовательно, повышение уровня инновационной активности нефтехимических предпри-

ятий на 1% обеспечит повышение доли организаций, внедряющих экологические инновации, связанные с рециклингом нефтехимической продукции в процессе ее использования, на 1,4%. В то же время справедливо и обратное соотношение – прирост числа организаций, осуществляющих инновации по вторичной переработке нефтехимической продукции, на 1% обеспечит прирост уровня инновационной активности нефтехимических предприятий на 0,54% (рис. 3).

Для второй пары показателей регрессионные модели позволили установить, что прирост удельного веса инновационных товаров в общем объеме отгруженных товаров в нефтехимической промышленности на 1% позволит повысить долю организаций, осуществлявших экологические инновации, на 2,49%; и наоборот: увеличение доли организаций, осуществлявших экологические инновации, на 1% отразится на росте доли отгруженной инновационной продукции на 0,22% (рис. 4).



Рис. 1. Инновационная активность предприятий (в процентах)



Рис. 2. Удельный вес отгруженной инновационной продукции (в процентах)

Таблица 2

Корреляционная матрица

Показатели	Y1	Y2	X1	X21	X22	X23	X31	X32	X33
Y1	1,0000	-,6055	-,2575	,1010	,5626	-,0607	,6560	-,0570	,8718
	p= ---	p=,112	p=,538	p=,812	p=,147	p=,886	p=,077	p=,893	p=,005
Y2	-,6055	1,0000	,7456	,5649	,1236	,6047	-,2587	-,0071	-,3369
	p=,112	p= ---	p=,034	p=,145	p=,771	p=,112	p=,536	p=,987	p=,415
X1	-,2575	,7456	1,0000	,6405	,1505	,5608	,0383	-,4221	-,2448
	p=,538	p=,034	p= ---	p=,087	p=,722	p=,148	p=,928	p=,298	p=,559
X21	,1010	,5649	,6405	1,0000	,7949	,6136	-,0880	-,4021	,2722
	p=,812	p=,145	p=,087	p= ---	p=,018	p=,106	p=,836	p=,323	p=,514
X22	,5626	,1236	,1505	,7949	1,0000	,4851	,1917	-,2172	,7743
	p=,147	p=,771	p=,722	p=,018	p= ---	p=,223	p=,649	p=,605	p=,024
X23	-,0607	,6047	,5608	,6136	,4851	1,0000	-,1431	-,4714	,1601
	p=,886	p=,112	p=,148	p=,106	p=,223	p= ---	p=,735	p=,238	p=,705
X31	,6560	-,2587	,0383	-,0880	,1917	-,1431	1,0000	,1482	,6169
	p=,077	p=,536	p=,928	p=,836	p=,649	p=,735	p= ---	p=,726	p=,103
X32	-,0570	-,0071	-,4221	-,4021	-,2172	-,4714	,1482	1,0000	,0465
	p=,893	p=,987	p=,298	p=,323	p=,605	p=,238	p=,726	p= ---	p=,913
X33	,8718	-,3369	-,2448	,2722	,7743	,1601	,6169	,0465	1,0000
	p=,005	p=,415	p=,559	p=,514	p=,024	p=,705	p=,103	p=,913	p= ---

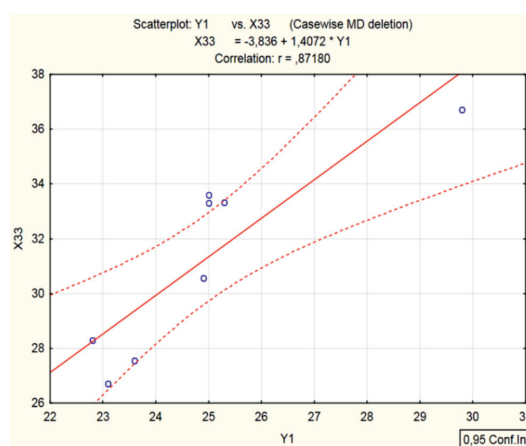
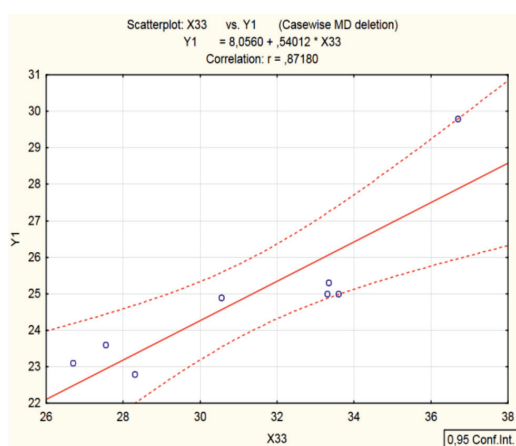


Рис. 3. Уравнения регрессии для инновационной активности нефтехимических предприятий и определения удельного веса организаций, осуществлявших инновации, обеспечивающие улучшение возможностей вторичной переработки (рециркуляции) товаров после использования

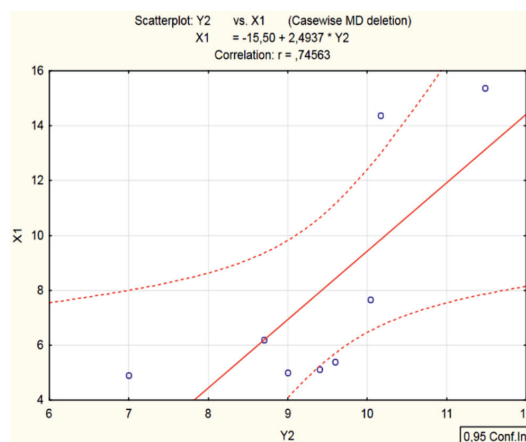
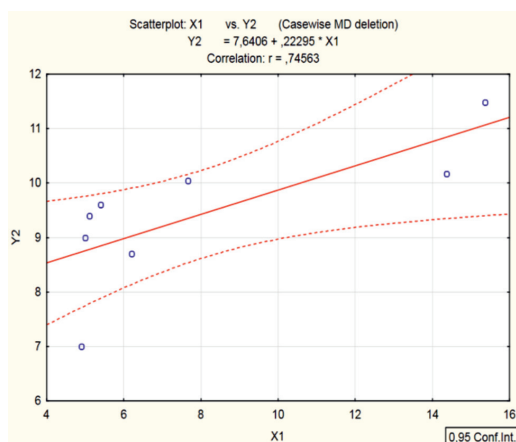


Рис. 4. Уравнения регрессии для доли отгруженной инновационной продукции в нефтехимической промышленности и определения удельного веса организаций, осуществлявших экологические инновации

Отметим, что кросскорреляционная функция по анализируемым парам показателей показала отсутствие временного лага по изменению зависимых и независимых переменных модели, что указывает на их синхронность.

Таким образом, по результатам проведенного корреляционно-регрессионного анализа была установлено, что осуществление инновационной деятельности в нефтехимическом комплексе сопровождается параллельным внедрением инновационных технологий, обеспечивающих повышение экологичности производства, использования и утилизации нефтехимической продукции. В то же время акцент на экологические инновации со стороны нефтехимической отрасли формирует конкурентное преимущество в виде роста доли отгруженной инновационной продукции, что дает основания сделать вывод о начале внедрения методов, принципов и технологий управления циклической, зеленой экономикой на микроуровне на основе концепции устойчивого развития. Устойчивое развитие нефтехимических предприятий – это философия управления, при которой управленческие решения принимаются на основе достижения триединства экономического, экологического и социального эффекта, в том числе за счет инноваций.

Заключение

При исследовании экологических инноваций предприятий нефтехимической промышленности в достижении целей устойчивого развития получены следующие научно-практические результаты.

1. Установлено, что нефтехимическая отрасль является одним из драйверов инновационного развития всего промышленного комплекса, поскольку в динамике показатели уровня инновационной активности и доли отгруженной инновационной продукции превышали аналогичные показатели в среднем по экономике.

2. Выявлены тренды экологических инноваций в нефтехимической отрасли, показавшие, что наиболее активно внедряемыми являются разработки, связанные с сокращением энергозатрат на производство единицы товаров; со вторичной переработкой (рециркуляцией) отходов производств; с сокращением материальных затрат на производство единицы товаров.

3. Определены положительные взаимозависимости между индикаторами инновационной деятельности и внедрением эко-

логических инноваций в процессе создания, использования и утилизации нефтехимической продукции, что обеспечивает формирование основ зеленого производства для достижения целей устойчивого развития национальной и глобальной экономических систем.

Полученные результаты исследования могут быть использованы при разработке стратегий повышения уровня экологичности производства и инновационной активности на микро- и макроуровнях управления.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00655.

Список литературы

1. Игнатъева М.Н., Мочалова Л.А. Экологизация промышленного производства: направления, инструментарий // Экономика региона. 2008. № 1. С. 153–166.
2. Мешалкин В.П., Макс-Себастьян Д., Ходченко С.М., Кантюков Р.Р. Оптимизация энергоресурсоэффективности и экологической безопасности систем // Датчики и системы. 2017. № 4 (213). С. 3–15.
3. Полянская О.А., Михайлова А.Е., Засенко В.Е. Экологизация производства как основа конкурентоспособности предприятий // Петербургский экономический журнал. 2017. № 3. С. 76–84.
4. Юрина М.А., Чердниченко О.А. Экологизация производства как фактор повышения эколого-экономической эффективности деятельности предприятия // Актуальные вопросы экономических наук. 2014. № 36. С. 83–88.
5. Шинкевич А.И., Барсегян Н.В., Бабушкин В.М. Роль кадрового обеспечения в реализации проектов бережливых производственных систем // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2019. № 4. С. 68–72.
6. Пешкова М.Х., Савон Д.Ю. Механизм государственно-частного партнерства при эколого-экономической оценке техногенных минеральных объектов // Горный журнал. 2016. № 10. С. 37–41.
7. Брижак О.В., Буянова М.Э. Поляризация корпоративного капитала в условиях глубоких технологических преобразований // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. 2018. Т. 20. № 1. С. 22–29.
8. Кандилов В.П., Краснова О.М., Кудрявцева С.С. Экономический рост и качество жизни населения Республики Татарстан // Экономический вестник Республики Татарстан. 2013. № 2. С. 16–23.
9. Choi D., Hwang T. The impact of green supply chain management practices on firm performance: the role of collaborative capability. *Operations Management Research*. 2015. № 8(3–4). P. 69–83.
10. Hafezalkotob A., Alavi A., Makui A. Government financial intervention in green and regular supply chains: Multi-level game theory approach. *International Journal of Management Science and Engineering Management*. 2016. № 11(3). P. 167–177.
11. Sahu S.K., Narayanan K. Environmental Certification and Technical Efficiency: A Study of Manufacturing Firms in India. *Journal of Industry Competition and Trade*. 2016. № 16 (2). P. 191–207.