

ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ЭКСТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ ЭКО-ИННОВАЦИЙ В ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

А.И. Сивкова, *atika-dance2008@mail.ru*

М.В. Подшивалова, *podshivalovamv@susu.ru*

Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

Аннотация. Изучение проблем развития «зелёной» экономики в промышленности России приобретает особую актуальность благодаря трём социально-экономическим аспектам развития: социальной ответственности (охрана окружающей среды и здоровье нации), экономическим выгодам (оптимизация расходов и технологическое обновление) и необходимости повышения конкурентоспособности отечественных производств (привлечение инвестиций). Однако на сегодняшний день наблюдается недостаток эмпирических исследований в этой предметной области, в частности не изучены основные причинно-следственные связи, влияющие на экстенсивность реализации экологических инновационных проектов в обрабатывающей промышленности РФ. Восполнение данного исследовательского пробела стало целью настоящей статьи. Для ее реализации были применены такие статистические методы, как дескриптивный анализ временных рядов, тест Дики – Фуллера на стационарность и тест Гренджера на причинность. Исходными данными послужила выборка количественных индикаторов факторов экстенсивности развития эко-инноваций, отобранных на основе анализа научной литературы. Временной период анализа – 2014–2023 гг. В результате исследования выявлены: а) набор факторов со статистически значимым влиянием на объемы вложений в инновационные эко-проекты; б) влияние вложений в эко-инновации на интенсивность утилизации отходов и уровень текущих эко-затрат; в) взаимное влияние между стоимостным объемом эко-инноваций и прибылью компаний, энергоёмкостью ВВП и развитием эко-менеджмента. Практическая значимость результатов связана с возможностью их применения в разработке механизмов, с одной стороны, стимулирования «зеленых» инноваций в промышленности, с другой – оценки эффективности соответствующих государственных программ поддержки.

Ключевые слова: эко-инновации, «зеленые» инновации, «зеленая» экономика, обрабатывающая промышленность, казуальность, тест Гренджера, экономика замкнутого цикла

Для цитирования: Сивкова А.И., Подшивалова М.В. Эмпирическое исследование факторов экстенсивного развития эко-инноваций в обрабатывающей промышленности России // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». 2025. Т. 19, № 2. С. 86–99. DOI: 10.14529/em250208

Original article
DOI: 10.14529/em250208

AN EMPIRICAL STUDY OF FACTORS DRIVING EXTENSIVE DEVELOPMENT OF ECO-INNOVATIONS IN THE RUSSIAN MANUFACTURING INDUSTRY

A.I. Sivkova, *atika-dance2008@mail.ru*

M.V. Podshivalova, *podshivalovamv@susu.ru*

South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

Abstract. The study of development challenges in the “green” economy of the Russian industry is becoming increasingly relevant due to three socioeconomic aspects of development: social responsibility (environmental protection and public health), economic benefits (cost optimization and technological renewal), and enhancing the competitiveness of domestic production (attracting investment). However, there is currently a lack of

empirical research in this subject area, particularly regarding the main cause-and-effect relationships that influence the implementation of environmental innovation projects in the Russian manufacturing industry. This article aims to fill this research gap. To this end, statistical methods such as descriptive time series analysis, the Dickey – Fuller test for stationarity, and the Granger causality test were employed. Initial data consisted of a sample of quantitative indicators of factors influencing eco-innovation development extent, selected based on scientific literature analysis. The time period analyzed is 2014–2023. The research results are as follows: a. A set of factors with a statistically significant impact on the volume of investments in innovative eco-projects was identified. b. The impact of investments in eco-innovations on the intensity of waste utilization and the level of current environmental costs was identified. c. Mutual influence was found between the volume of eco-innovations and company profits, GDP energy intensity, and the development of eco-management. The results are practically significant in that they can be applied to develop mechanisms that stimulate “green” innovations in industry and assess the effectiveness of relevant government support programs.

Keywords: eco-innovation, “green” innovation, “green” economy, manufacturing industry, causality, Granger test, closed-loop economics

For citation: Sivkova A.I., Podshivalova M.V. An empirical study of factors driving extensive development of eco-innovations in the Russian manufacturing industry. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2025, vol. 19, no. 2, pp. 86–99. (In Russ.). DOI: 10.14529/em250208

Введение

Концепция эко-инноваций сегодня считается крайне актуальным научным направлением в мировой науке. Этот интерес обусловлен объективными причинами: изменением климата, ограниченностью ресурсов, стремлением к устойчивому развитию, а также растущим спросом на экологически чистые продукты. Однако практика внедрения подобных инноваций опережает развитие теоретико-методического инструментария, способного оценивать их результативность на отраслевом уровне. В частности, отсутствуют работы, исследующие факторы, влияющие на масштабность инновационной деятельности в контексте реализации принципов «зеленой» экономики в промышленности России. Выявление таких факторов важно для стимулирования социально-экономического развития общества согласно ESG концепции, для корректировки государственных программ поддержки «зеленых» инноваций и регулирования экологического законодательства. При этом выявление причинно-следственных связей между факторами инновационной деятельности и ее экстенсивностью является отдельной методической задачей, позволяющей через определение направленности зависимости устанавливать реальные драйверы инновационного развития в промышленности.

Увеличение числа предприятий, реализующих принципы экономики замкнутого цикла, достигается за счет роста вложений в экологические инновационные проекты, что важно для масштабного снижения вредного воздействия обрабатывающих производств на окружающую среду. Широкое внедрение эко-инноваций, в свою очередь, способно привести к изменению отраслевых стандар-

тов и, как следствие, появлению новых инновационных технологий и продуктов (положительная обратная связь). Наконец, переход на новые виды сырья и энергии с более низкой стоимостью и высокой эффективностью позволит повысить конкурентоспособность российских промышленных предприятий, в том числе на международных рынках.

Отечественными и зарубежными учеными отмечается высокая актуальность исследований проблем реализации принципов «зеленой» экономики в обрабатывающих отраслях промышленности. Это связано со значительными трудностями внедрения «зеленого» производства, вызванными изменением требований к техническим характеристикам сырья и необходимостью создания особой системы поставок экологически чистого сырья и компонентов для производства действительно «зеленых» продуктов [1; 2].

По данным Росстата за 2019–2021 гг. объем экологических инноваций обрабатывающих отраслей от общего объема промышленных эко-инноваций в среднем составлял 87 %, однако согласно карте позиционирования промышленности России в 7 из 16 обрабатывающих отраслей наблюдалось сокращение вложений в экологические инновационные проекты¹.

Целью данного исследования стало выявление наличия и направленности причинно-следственных связей между факторами экстенсивности эко-

¹ Проблемы и перспективы технологического развития промышленности: экономика, управление, инновации / А.А. Алабугин, Е.Д. Вайсман, К.М. Григорьева [и др.]. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2023. 329 с.

инноваций в обрабатывающей промышленности и уровнем вложений в подобные проекты. Вначале мы обосновали отбор факторов, проведя обзор литературы, посвященной анализу внедрения экологических инноваций в промышленности. Далее выстроили дизайн исследования и описали его. Следующим этапом работы стала предварительная обработка данных и проведение тестирования стационарности и казуальности. В завершение мы предложили свою интерпретацию полученных результатов.

Теория и методология исследования

Исходные предпосылки нашего исследования основаны на потенциальной взаимосвязи различных факторов экстенсивного развития экологических инноваций с их масштабностью (стоимостными объемами). При этом все эти факторы могут быть включены в анализ как переменные при тестировании казуальности. В качестве основного метода тестирования мы использовали специальный статистический инструмент – тест Гренджера, позволяющий подтверждать наличие статистически значимой связи и ее направленность [3]. Это связано, прежде всего, с тем, что статистическое наблюдение экологических инноваций началось относительно недавно, в силу чего объем доступных данных существенно ограничен.

Отметим, что нам не удалось обнаружить эмпирических исследований по реализации экоинноваций в промышленности России, поэтому при написании статьи мы ориентировались на теоретические разработки других авторов. Так, в табл. 1 показано обоснование включения в анализ конкретных факторов экстенсивности, упоминаемых в различных научных источниках. Поясним некоторые из них подробнее.

Одним из современных трендов научно-технологического развития является внедрение передовых производственных технологий, среди которых с 2020 года особое внимание уделяется так называемым «зеленым технологиям». К числу таких технологий относятся технологии снижения вредных выбросов в атмосферу, генерации тепловой и/или электроэнергии посредством альтернативных источников, повторного использования энергии производственных процессов, очистки и/или снижения вредных выбросов в воду, переработки отходов, функционально ориентированное управление электропитанием робототехнических систем и подсистем. Отечественные авторы указывают на их значительную роль для увеличения масштабности экологических инноваций в промышленности России [4; 5].

Воплощение ESG-принципов развития подразумевает получение сбалансированной эколого-социо-экономической системы, в т. ч. через достижение результативного корпоративного управления. В рамках «зеленой» экономики его можно оценить через такой индикатор, как передовые

технологии применения **экологического менеджмента**, которые направлены на обеспечение «приемлемого воздействия или приемлемого риска для человека и окружающей среды» [6, с. 67].

Целесообразность включения в анализ такого фактора как **инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов**, можно объяснить переходом с 2021 года на Стратегию социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года², согласно которой одним из мероприятий по декарбонизации экономики является поддержка и развитие «зеленого инвестирования» на предприятиях. Данные инвестиции должны быть направлены на сокращение потребления ресурсов, снижение выбросов и сбросов, снижение образования отходов.

Согласно ESG-подходу важно оценивать уровень эколого-социо-экономической системы не только через применение экологических и социальных показателей качества роста и издержек, но и через традиционные финансово-экономические показатели (такие как валовая добавленная стоимость, прибыль организаций по видам экономической деятельности). Так, **прибыль** является ключевым источником самофинансирования подобных проектов и фактором, влияющим на кредитоспособность компании, а **валовая добавленная стоимость промышленных отраслей** – показатель, характеризующий эндогенный экономический рост.

В обзоре Европейской экономической комиссии ООН «Углеродно-нейтральные энергоемкие отрасли промышленности» отмечено, что применение кластерного подхода является одним из способов внедрения принципов «зеленой» экономики³. В России такой инструмент как **кластеры** начал применяться с 2015 года после утверждения Федерального закона № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации». На данный момент в РФ активно развиваются два вида кластеров: промышленные и инновационные территориальные. В анализ мы включили первый тип кластеров – промышленный – «совокупность субъектов деятельности в сфере промышленности,

² Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2021. № 45. Ст. 7556.

³ Технологический обзор. Углеродно-нейтральные энергоемкие отрасли промышленности // Европейская экономическая комиссия ООН. URL: https://unece.org/sites/default/files/2023-09/Industry%20brief_RU_draft_1.pdf (дата обращения: 15.04.2025).

Таблица 1

Характеристика факторов экстенсивного развития эко-инноваций в промышленности

№	Название фактора	Потенциальная связь между фактором экстенсивности и объемом эко-инноваций согласно предыдущим исследованиям
1	2	3
1	Зеленые технологии – это «совокупность методов, средств и знаний, используемых для производства продукции и оказания услуг, обеспечивающих безопасные и благоприятные условия для здоровья человека и окружающей среды (сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, ликвидация ее последствий)» ¹	С развитием зеленых технологий увеличивается объем эко-инноваций [4; 5]
2	Технологии эко-менеджмента – это переход к «зеленому» ведению бизнеса через внедрение экологических стандартов и комплекса мер, направленных на оптимальное использование факторов производства при минимизации экологических рисков и обеспечение устойчивого социально-экономического развития, как самого предприятия, так и общества в целом	С разработкой и использованием эко-менеджмента усиливается внедрение ESG-принципов в деятельность предприятия [7; 8; 9] и как следствие возможно увеличение вложений в эко-проекты
3	Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов – это «инвестиции в основной капитал, направленные на природоохранные мероприятия, осуществляемые за счет всех источников финансирования как в составе вновь строящихся предприятий, так и на действующих предприятиях (т.е. затраты на строительство, реконструкцию объектов, которые приводят к увеличению их первоначальной стоимости, приобретение машин, оборудования, транспортных средств, производственного и хозяйственного инвентаря)» ²	С увеличением объема инвестиций на охрану окружающей среды увеличивается объем эко-инноваций [10; 11]
4	Число организаций, осуществляющих эко-инновации	С увеличением числа организаций, осуществляющих эко-инновации, увеличивается объем эко-инноваций [12; 13]
5	Прибыль организаций	Прибыль организаций выступает основным источником собственных средств, который может быть направлен на внедрение эко-инноваций [14]
6	Число промышленных кластеров	Увеличение числа промышленных кластеров способствует эффективному зеленому переходу и достижению устойчивого экономического развития [15; 16; 17]
7	Отношение величины образованных к утилизированным промышленным отходам	Реализация стратегии «замыкания ресурсных циклов» ведет к оптимизации объема образованных отходов и росту объема утилизированных отходов, что влияет на уровень затрат на эко-инновации [18; 19; 20]
8	Энергоемкость ВВП – это объем конечного потребления топливно-энергетических ресурсов при производстве единицы продукции ³	Оптимизация использования топливно-энергетических ресурсов при одновременном обеспечении экономического роста влияет на объем вложений в эко-инновации [21]

1	2	3
9	Интенсивность выбросов в атмосферу – это объем поступающих в атмосферный воздух загрязняющих веществ (оказывающих неблагоприятное воздействие на здоровье населения и окружающую среду) от стационарных и передвижных источников выбросов при производстве единицы продукции ⁴	Снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при одновременном обеспечении экономического роста сопряжено с изменением уровня затрат на эко-инновации [21]
10	Текущие экологические затраты включает в себя «затраты по содержанию основных фондов природоохранного назначения; на мероприятия по сохранению и восстановлению качества природной среды, по снижению вредного воздействия производств; по обращению с отходами производства и потребления; на организацию контроля за выбросами и отходами; на работы по экологическому образованию кадров; расходы на содержание особо охраняемых природных территорий; работы по охране и воспроизводству животного мира; затраты на НИОКР в природоохранной деятельности; расходы на образование в области охраны окружающей среды; расходы на государственное управление природоохранной деятельностью» ⁵	Объем текущих экологических затрат характеризует «финансовый потенциал разработки и внедрения экологических инноваций» [22, с. 127]

Примечания:

¹ Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.04.2022 № 35-пнст «Предварительный национальный стандарт ПНСТ 646-2022. «Зеленые» стандарты. «Зеленая» продукция и «зеленые» технологии. Методика оценки снижения углеродного следа» // Гарант.ру: информационно-правовой портал. URL: <https://base.garant.ru/405056855/> (дата обращения: 15.04.2025)

² Приказ Росстата от 30.06.2022 № 479 «Об утверждении официальной статистической методологии «Методические указания по расчету объема и индекса физического объема природоохранных расходов» // Консультант Плюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_423319 (дата обращения: 15.04.2025)

³ Технологическое развитие отраслей экономики // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11189> (дата обращения: 15.04.2025)

⁴ Охрана атмосферного воздуха. Основные понятия // Федеральная служба государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/DPZGRx3Y/ohrana-air_met.html (дата обращения: 15.04.2025)

⁵ Приказ Росстата от 30.06.2022 № 479 «Об утверждении официальной статистической методологии «Методические указания по расчету объема и индекса физического объема природоохранных расходов» // Консультант Плюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_423319 (дата обращения: 15.04.2025)

связанных отношениями в указанной сфере вследствие территориальной близости и функциональной зависимости и размещенных на территории одного субъекта РФ или на территориях нескольких субъектов РФ»⁴.

На основе проведенного в табл. 1 анализа научных источников мы идентифицировали перечень факторов, которые ученые связывают с развитием эко-инноваций. Для каждого фактора был определен соответствующий индикатор и источник данных (табл. 2).

В итоге была собрана база, состоящая из 11 временных рядов, содержащих по 10 наблюдений за период с 2014 по 2023 гг. (общее число наблюдений – 110). В качестве первичной обработки

данных переменные были залогарифмированы (в целях нормализации временных рядов).

На рис. 1 изображены ключевые этапы и методы исследования. Статистический уровень значимости, принятый в работе, 95 %, все расчеты были проведены с применением профессионального программного обеспечения Gretl.

Результаты

Проведение дескриптивного анализа дало понимание того, насколько разбросаны и волатильны отобранные показатели (табл. 3). Как видно, «Среднее число используемых зеленых технологий на одно предприятие», «Прибыль организаций», «Число промышленных кластеров» и «Число организаций, использующих технологии эко-менеджмента» имеют наиболее высокую волатильность, о чем свидетельствуют коэффициенты их вариации за анализируемый период. Как было отмечено выше, нестабильные оценки были нивелированы обращением их в логарифмы, что позво-

⁴ Федеральный закон от 31.12.2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2015. № 1 (часть I). Ст. 41.

лило снизить коэффициенты вариации (см. табл. 3).

Далее согласно заявленной методологии исследования мы провели тест Дики – Фуллера, поскольку стационарность временных рядов является основным условием применения теста Гренджера. Как видно из табл. 4, после проведения трех итераций все временные ряды приобрели свойство стационарности.

На заключительном этапе было проведено тестирование казуальности по Гренджеру и установлены причинно-следственные связи между изучаемыми явлениями (табл. 5).

На рис. 2 представлена визуализация результатов теста Гренджера. Как видно, пять факторов экстенсивности (среднее число используемых «зеленых» технологий на одно предприятие; инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов; число организаций, осуществляющих эко-инновации; число промыш-

ленных кластеров; интенсивность выбросов в атмосферу в результате промышленной деятельности) влияют на уровень затрат на экологические инновации в обрабатывающей промышленности.

Влияние распространенности «зеленых» технологий на стоимостной объем эко-инноваций вполне объяснимо: развитие данных технологий способствует расширению «зеленого», экологически-чистого производства, которое в свою очередь формируется за счет средств, направленных на внедрение соответствующих инноваций: нового оборудования, системы утилизации отходов, новых материалов и т. д.

Схожими причинами обусловлено влияние инвестиций на охрану окружающей среды на стоимость экологических инновационных проектов. Так, для «зеленого» инновационного развития промышленности необходимо обеспечить соответствующую материально-техническую базу, которая создается за счет инвестиций в основной капитал [17], включая инвестиции на охрану окружающей среды.

Таблица 2

Переменные для анализа (авт.)

Название переменной	Краткое обозначение	Расшифровка показателя	Единица измерения	Источник данных
1	2	3	4	5
Экологические инновации	Y	Специальные затраты на инновации на улучшение экологии	млн руб.	Росстат ¹
Среднее число используемых зеленых технологий на одно предприятие	X1	Отношение числа используемых зеленых технологий к числу организаций, использующих зеленые технологии	единицы/предприятия	Расчеты авторов по данным Росстата ²
Инвестиции в основной капитал на охрану окружающей среды	X2	Затраты на строительство и реконструкцию объектов, имеющих природоохранный характер	млн руб.	Росстат ³
Число организаций, осуществляющих эко-инновации	X3	–	единицы	Росстат ⁴
Прибыль организаций	X4	Прибыль до налогообложения	млрд руб.	Росстат ⁵
Число промышленных кластеров	X5	Кластеры обрабатывающей промышленности	единицы	ГИСП ⁶
Отношение величины образованных к утилизированным отходам	X6	–	тонн/тонн	Расчеты авторов по данным Росстата ⁷
Энергоемкость ВВП	X7	Отношение объема конечного потребления топливно-энергетических ресурсов к объему валовой добавленной стоимости в постоянных ценах 2021 года	кг условного топлива/10 тыс. руб.	Расчеты авторов по данным Росстата ⁸
Интенсивность выбросов в атмосферу	X8	Отношение выбросов к объему валовой добавленной стоимости в постоянных ценах 2021 года	тонн/руб.	Расчеты авторов по данным Росстата ⁹

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Текущие экологические затраты	X9	Затраты на охрану окружающей среды, включая сумму текущих услуг сторонним организациям за: прием, транспортировку и очистку сточных вод; сбор, транспортировку, хранение, переработку, уничтожение отходов	млн руб.	Росстат ¹⁰
Число организаций, использующих эко-менеджмент	X10	–	единицы	Росстат ¹¹

Примечания:

¹ Сведения об инновационной деятельности организации (итоги статнаблюдения по форме № 4-инновации) // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/4-inn_2023.rar (дата обращения: 22.04.2025).

² Сведения об инновационной деятельности организации (итоги статнаблюдения по форме № 4-инновации) // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/4-inn_2023.rar (дата обращения: 22.04.2025).

³ Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr_zatr4_2024.xlsx (дата обращения: 22.04.2025).

⁴ Сведения об инновационной деятельности организации (итоги статнаблюдения по форме № 4-инновации) // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/4-inn_2023.rar (дата обращения: 22.04.2025).

⁵ Отдельные финансовые показатели деятельности организаций по видам экономической деятельности // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Fin_03-01_2022.docx (дата обращения: 22.04.2025).

⁶ Атлас промышленности // Государственная информационная система промышленности. – URL: <https://gisip.gov.ru/gisip/> (дата обращения 22.04.2025).

⁷ Образование отходов производства и потребления по видам экономической деятельности (по ОКВЭД2) // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Oxr_otxod1-okved2_2023.xls (дата обращения: 22.04.2025); Утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления по видам экономической деятельности (по ОКВЭД2) // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr_otxod2-okved2_2023.xls (дата обращения: 22.04.2025).

⁸ Охрана окружающей среды в России // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Oxrana_okruij_sredi_2024.pdf (дата обращения: 22.04.2025); Произведенный ВВП // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VDS_god_OKVED2_s_2011-2024.xlsx (дата обращения: 22.04.2025).

⁹ Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, по видам экономической деятельности (по ОКВЭД2) // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr_vibr3-okved2.xls (дата обращения: 22.04.2025); Произведенный ВВП // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VDS_god_OKVED2_s_2011-2024.xlsx (дата обращения: 22.04.2025).

¹⁰ Текущие (эксплуатационные) затраты на охрану окружающей среды (с 2012 г.) // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Zatrat_2024.xls (дата обращения: 22.04.2025).

¹¹ Сведения об инновационной деятельности организации (итоги статнаблюдения по форме № 4-инновации) // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/4-inn_2023.rar (дата обращения: 22.04.2025).



Рис. 1. Дизайн эмпирического исследования (авт.)

Описательная статистика переменных (авт.)

Таблица 3

Переменные	Число наблюдений	Средняя	Среднее квадратическое отклонение	Вариация	Минимум	Максимум
Непрологарифмированные показатели						
Y	10	15 656,30	3 654,40	0,23	10 063,08	22 098,23
X1	10	0,95	1,31	1,38	0,00	3,45
X2	10	87 567,60	38 553,10	0,44	54 857,10	167 815,90
X3	10	398,30	65,52	0,16	305,00	484,00
X4	10	5 040,49	2 761,82	0,55	1 888,50	9 815,30
X5	10	55,10	28,00	0,51	13,00	105,00
X6	10	1,99	0,18	0,09	1,67	2,26
X7	10	0,13	0,01	0,07	0,12	0,14
X8	10	2,99	0,89	0,30	1,99	4,03
X9	10	146 270,00	20 749,30	0,14	117 139,00	179 668,11
X10	10	181,10	239,91	1,32	0,00	573,00
Прологарифмированные показатели						
Y	10	9,63	0,24	0,03	9,22	10,00
X1	10	0,83	0,32	0,38	0,57	1,24
X2	10	11,31	0,39	0,03	10,91	12,03
X3	10	5,97	0,17	0,03	5,72	6,18
X4	10	8,39	0,54	0,06	7,54	9,19
X5	10	3,85	0,65	0,17	2,56	4,65

Окончание табл. 3

Переменные	Число наблюдений	Средняя	Среднее квадратическое отклонение	Вариация	Минимум	Максимум
X6	10	0,69	0,09	0,13	0,51	0,81
X7	10	–2,03	0,07	0,03	–2,12	–1,94
X8	10	1,05	0,31	0,29	0,69	1,39
X9	10	11,88	0,14	0,01	11,67	12,10
X10	10	6,10	0,21	0,03	5,85	6,35

Таблица 4

Результаты теста Дики – Фуллера

Переменные	Значение	Интегрированное значение	Второе интегрированное значение	Третье интегрированное значение
Y	0,4217	0,0024	–	–
X1	0,9966	0,1099	0,0000	–
X2	0,9979	0,5123	0,0006	–
X3	0,3659	0,5003	0,1125	0,0469
X4	0,8024	0,0186	–	–
X5	0,0407	–	–	–
X6	0,1695	0,3316	0,1959	0,0226
X7	0,9190	0,0143	–	–
X8	0,8828	0,0037	–	–
X9	0,9880	0,0107	–	–
X10	0,8621	0,0913	0,0069	–

Примечания: приемлемый уровень статистической значимости < 0,05.

Таблица 5

Результаты тестирования казуальности по Гренджеру (авт.)

Независимые переменные	Зависимая переменная
	Экологические инновации
Среднее число используемых зеленых технологий на одно предприятие	Н
Инвестиции в основной капитал на охрану окружающей среды	Н
Число организаций, осуществляющих эко-инновации	Н
Прибыль организаций	З/Н
Число промышленных кластеров	Н
Отношение величины образованных к утилизированным промышленным отходам	З
Энергоемкость ВВП	З/Н
Интенсивность выбросов в атмосферу	Н
Текущие экологические затраты	З
Число организаций, использующих технологии эко-менеджмента	З/Н

Примечания: в таблице знаками отмечены только те зависимости, уровень значимости которых < 0,05; З – зависимая переменная влияет, Н – независимая переменная влияет, З/Н – взаимное влияние.

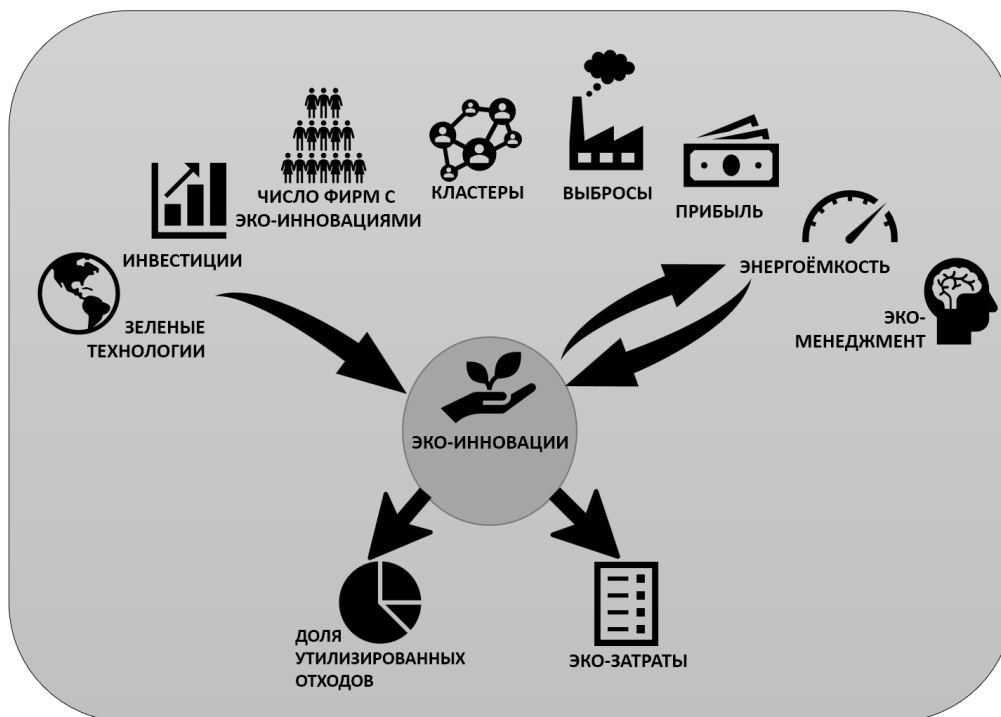


Рис. 2. Визуализация казуальности между факторами экстенсивности и объемами экологических инноваций в промышленности России (авт.)

Примечания: на рисунке стрелками показана направленность влияния, наличие двух стрелок одновременно означает взаимное влияние (факторы: прибыль, энергоемкость и эко-менеджмент)

Влияние числа организаций, осуществляющих эко-инновации, на их стоимостной объем вполне очевидно: при увеличении первого показателя возрастает и второй: чем больше фирм, реализующих экологические проекты, тем выше соответствующие затраты. Статистическая значимость этой связи и ее направленность, полученные нами, могут рассматриваться как доказательство валидности выбранного метода исследования.

Как было отмечено ранее, кластерный подход является одним из способов реализации принципов «зеленой» экономики [15; 16], который стимулирует инновационную активность за счет быстрой адаптации к рыночным изменениям, упрощения доступа к новым технологиям (в т.ч. «зеленым») и рынкам сбыта, повышения качества взаимодействия между экономическими агентами, снижения «эффекта масштабности» [17]. Полученные нами результаты подтверждают эти выводы – действительно, число промышленных кластеров влияет на объемы затрат на инновации в сфере «зеленой» экономики.

Влияние интенсивности выбросов в атмосферу на стоимостные объемы эко-инноваций объясняется тем, что Правительство РФ ужесточает соответствующее законодательство. В результате компании, чтобы соответствовать этим требованиям, вынуждены искать новые технологии и процессы, которые позволят сократить выбросы, тем самым увеличиваются расходы на эко-инновации.

Можно предположить, что связь в этой паре переменных будет скорее прямой на данном этапе развития «зеленой» экономики в России, так как более интенсивные выбросы требуют больших затрат на инновационные проекты по внедрению соответствующих технологий. По мере распространения «зеленых» технологий производства интенсивность выбросов будет снижаться на фоне существенных объемов инновационных экологических проектов, и характер связи может измениться на обратную.

Далее, согласно тестированию, сами эко-инновации влияют на такие показатели, как доля утилизированных промышленных отходов и текущие экологические затраты, что вполне ожидаемо (затраты на инновационные технологии обработки и утилизации отходов должны увеличивать долю соответствующих отходов). Однако мы полагаем, что обеспечение снижения образованных отходов при росте утилизированных отходов является также результатом осуществления не только эко-инноваций, но и внедрения «зеленых» технологий и инвестиций в основной капитал на охрану окружающей среды (опосредованное влияние указанных факторов через общую переменную – эко-инновации).

Как видно из табл. 5, текущие экологические затраты также зависят от объемов экологических инноваций, что объясняется способностью таких проектов влиять на уровень подобных затрат,

включая оплату услуг сторонним организациям за прием, транспортировку и очистку сточных вод; сбор, транспортировку, хранение, переработку, уничтожение отходов.

Наконец, отдельно отметим выявленное нами взаимное влияние экологических инноваций с эко-менеджментом, прибылью организаций и энергоемкостью ВВП. Что касается первой пары переменных, то статистически значимая связь между ними связана с прямым воздействием затрат на разработку и внедрение новых технологий, материалов, оборудования с необходимостью наличия на предприятии качественного экологического менеджмента, включая потребности в обучении персонала и улучшение системы экологического мониторинга на предприятии. Развитие эко-менеджмента, в свою очередь, через механизмы положительной обратной связи содействует инновационному развитию производства в экологической сфере. Тем самым, можно предположить, что затраты на экологические инновации у предприятий с развитым эко-менеджментом более эффективны, что создает позитивный цикл связей, когда успешные инновационные проекты упрощают и удешевляют эко-менеджмент.

Вторая пара переменных со взаимным влиянием – это эко-инновации и прибыль организаций. Влияние вполне очевидное и ожидаемое, поскольку первое приводит к увеличению второго (расширение рынков сбыта, повышение конкурентоспособности, снижение затрат), а наличие прибыли (источник самофинансирования и индикатор эффективности работы для привлечения инвесторов) в свою очередь стимулирует дальнейшее внедрение экологических инновационных проектов.

И третья пара переменных – эко-инновации и энергоемкость ВВП, созависимость не столь явная, но все же имеющая объяснение. Если экологические инновации связаны с повышением энергоэффективности, переходом на возобновляемые источники энергии или развитием энергосберегающих технологий, то увеличение подобных затрат будет снижать энергоемкость ВВП. В качестве

обратной казуальности для этой пары переменных возможны те же причины, что были упомянуты выше для «зеленых» технологий: высокий уровень энергоемкости ВВП на данном этапе развития промышленности становится стимулом для внедрения экологических инноваций, реализуемых в том числе в рамках государственной поддержки и ужесточения законодательства.

Обсуждение и выводы

Отличительной чертой нашего исследования является его эмпирическая направленность – использование набора количественных данных, предварительно обработанных для применения теста на причинность по Гренджеру. Как уже упоминалось ранее, нам не удалось обнаружить подобного рода работ в базе публикаций Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Тем не менее, полученные нами результаты согласуются с теоретическими утверждениями других авторов (см. табл. 1). Все рассмотренные в рамках тестирования казуальности факторы влияют на объемы эко-инноваций, а значит на достижение таких результатов, как сокращение потребления ресурсов, снижение образования отходов, повышения эффективности утилизации отходов⁵, что особенно актуально для российской промышленности, имеющей значительный объем отходов производства и потребления (в частности, в таких обрабатывающих отраслях, как производство пищевых продуктов, химических веществ и продуктов, металлургическое производство).

Напомним, что тест на казуальность не измеряет силу связи и ее знак (прямая или обратная), а показывает, существует ли статистически значимая направленность влияния между двумя переменными. Тем самым, результаты этого анализа помогают определить факторы для дальнейшего, более детального и глубокого изучения выявленных связей. В дальнейшем важно исследовать характер влияния всех статистически значимых факторов экстенсивного развития экологических инноваций в обрабатывающей промышленности России.

⁵ Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 № 3052-р «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2021. № 45. Ст. 7556; Распоряжение Правительства РФ от 14.07.2021 № 1912-р «Об утверждении целей и основных направлений устойчивого (в том числе зеленого) развития Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2021. № 30. Ст. 5814

Список литературы

1. Sun Y., Bi K., Yin S. Measuring and Integrating Risk Management into Green Innovation Practices for Green Manufacturing under the Global Value Chain // Sustainability. 2020. Vol. 12 (2). Article 545. DOI: 10.3390/su12020545
2. Идзиев Г.И. Инновационное развитие промышленности в условиях деиндустриализации российских регионов // Региональные проблемы преобразования экономики. 2022. № 6(140). С. 14–21. DOI: DOI:10.26726/1812-7096-2022-6-14-21
3. Granger C.W.J. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods // Econometrica. 1969. Vol. 37(3). P. 424–438. DOI: 10.2307/1912791
4. Бакаев А.А., Матраева Л.В., Васютина Е.С. Анализ последствий и каналов влияния эффекта рикошета на промышленный сектор // Вестник МГПУ. Серия: Экономика. 2024. № 1. С. 8–22. DOI: 10.25688/2312-6647.2024.39.1.01
5. Лаврикова Ю.Г., Бучинская О.Н., Вегнер-Козлова Е.О. Зеленый энергопереход российской промышленности: барьеры и пути преодоления // AlterEconomics. 2022. Т. 19, № 4. С. 638–662. DOI: 10.31063/AlterEconomics/2022.19-4.5
6. Екидин А.А., Васильев А.В., Васянович М.Е. Современные технологии управления воздействием на окружающую среду как инструмент соблюдения принципа ALARA // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2017. № 2(18). С. 67–74.
7. Ускова Т.В., Копытова Е.Д. Вектор экологизации современной экономики России: проблемы и направления их решения // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2018. Т. 13, № 1. С. 37–57. DOI: 10.17072/1994-9960-2018-1-37-57
8. Попова Е.В., Стрих Н.И. Практики экологического менеджмента в условиях становления циркулярной экономики в России и их влияние на финансовую результативность компаний // Управление. 2021. Т. 12, № 2. С. 17–34. DOI: 10.29141/2218-5003-2021-12-2-2
9. Кетова Н.П., Овчинников В.Н. Экологический менеджмент – инструмент развития природосберегающих технологий // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. 2024. № 3(43). С. 67–79.
10. Петрова Е.Е. Связь инвестиций и инноваций с природоохранной деятельностью // Перспективы науки. 2016. № 12(87). С. 131–134.
11. Савкин В. И. Экономические аспекты охраны окружающей среды // Вестник аграрной науки. 2023. № 5(104). С. 157–164. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2023.5.157
12. Инновационное развитие регионов России: экологические инновации / С.Н. Митяков, О.И. Митякова, Е.С. Митяков, И.В. Аленкова // Инновации. 2018. № 3 (233). С. 72–78.
13. Кудрявцева С.С., Халиулин Р.А. Экологические инновации в промышленности: территориальные особенности применения // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 9. С. 74–80. DOI: 10.17513/snt.38819
14. Зотов М.А. Новые подходы к определению устойчивых инноваций // Вопросы инновационной экономики. 2023. Т. 13, № 4. С. 2379–2396. DOI: 10.18334/vinec.13.4.119828
15. Стимулирование промышленных территориальных кластеров к внедрению модели открытых инноваций в условиях новых вызовов / Т.В. Погодина, М.Я. Веселовский, В.Е. Барковская, П.П. Пилипенко // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2022. № 3. С. 89–104. DOI: 10.18384/2310-6646-2022-3-89-104
16. Салимова Т.А., Гуськова Н.Д., Иванова И.А. Методический подход к оценке уровня зрелости устойчивой конкурентоспособности инновационного промышленного кластера // Организатор производства. 2022. Т. 30, № 4. С. 149–164. DOI: 10.36622/VSTU.2022.30.4.014
17. Зеленцова Л.С., Ваславская И.Ю., Куриков В.М. Развитие промышленности в регионах: экономический аспект // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 5, № 10(151). С. 76–83. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.10.05.011
18. Halila F., Rundquist F. The development and market success of eco-innovations: A comparative study of eco-innovations and “other” innovations in Sweden // European Journal of Innovation Management. 2011. Vol. 14(3). P. 278–302. DOI: 10.1108/14601061111148807
19. Cecere G., Corrocher N., Gossart C. et al. Lock-in and path dependence: an evolutionary approach to eco-innovations // Journal of Evolutionary Economics. 2014. Vol. 24. P. 1037–1065. DOI: 10.1007/s00191-014-0381-5
20. Raychev S., Stoyanova D., Dimitrova G., Madzhurova B. Innovation Impact on the Circular Economy // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2022. Vol. 15 (2). P. 223–238. DOI: 10.15838/esc.2022.2.80.14
21. Особенности управления предприятиями мясной промышленности в контексте ресурсосбережения / А.В. Котарев, А.О. Котарева, Ю.И. Слепокурова, Р.И. Ибрагимов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3. С. 273–284.

22. Демильханова Б.А. Оценка инновационной активности по формированию финансового потенциала разработки и внедрения экологических инноваций // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 14, № 12(153). С. 124–133. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.12.14.017

References

1. Sun Y., Bi K., Yin S. Measuring and Integrating Risk Management into Green Innovation Practices for Green Manufacturing under the Global Value Chain. *Sustainability*, 2020, vol. 12 (2). Article 545. DOI: 10.3390/su12020545
2. Idziev G. I. Innovative industrial development in the context of deindustrialization of Russian regions. *Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki*, 2022, no. 6 (140), pp. 14–21. (In Russ.). DOI: DOI:10.26726/1812-7096-2022-6-14-21
3. Granger C. W. J. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, 1969, vol. 37(3), pp. 424–438. DOI: 10.2307/1912791
4. Bakaev A. A., Matraeva L. V., Vasyutina E. S. Analysis of the consequences and channels of the ricochet effect on the industrial sector. *Vestnik MGPU. Seriya: Ekonomika*. 2024, no. 1, pp. 8–22. (In Russ.). DOI: 10.25688/2312-6647.2024.39.1.01
5. Lavrikova Yu.G., Buchinskaya O.N., Wagner-Kozlova E.O. The green energy transition of the Russian industry: barriers and ways to overcome. *AlterEconomics*, 2022, vol. 19, no. 4, pp. 638–662. (In Russ.). DOI: 10.31063/AlterEconomics/2022.19-4.5
6. Yekidin A.A., Vasiliev A.V., Vasyanovich M.E. Modern environmental impact management technologies as a tool for compliance with the ALARA principle. *Biosfernaya sovместimost': chelovek, region, tekhnologii*, 2017, no. 2(18), pp. 67–74. (In Russ.).
7. Uskova T.V., Kopytova E.D. The vector of ecologization of the modern economy of Russia: problems and directions of their solution. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Ekonomika*, 2018, vol. 13, no. 1, pp. 37–57. (In Russ.). DOI: 10.17072/1994-9960-2018-1-37-57
8. Popova E.V., Strikh N.I. Environmental management practices in the context of the formation of a circular economy In Russ.ia and their impact on the financial performance of companies. *Upravlenets – The Manager*, 2021, vol. 12, no. 2, pp. 17–34. (In Russ.). DOI: 10.29141/2218-5003-2021-12-2-2
9. Ketova N.P., Ovchinnikov V.N. Environmental management as a tool for the development of nature-saving technologies. *Aktual'nye problemy ekonomiki i menedzhmenta*, 2024, no. 3(43), pp. 67–79. (In Russ.).
10. Petrova E.E. The relationship of investments and innovations with environmental protection. *Perspektivy nauki*, 2016, no. 12(87), pp. 131–134. (In Russ.).
11. Savkin V.I. Economic aspects of environmental protection. *Vestnik agrarnoy nauki*, 2023, no. (104), pp. 157–164. (In Russ.). DOI: 10.17238/issn2587-666X.2023.5.157
12. Mityakov S.N., Mityakova O.I., Mityakov E.S., Alenkova I.V. Innovative development of Russian regions: environmental innovation. *Innovacii*, 2018, no. 3 (233), pp. 72–78. (In Russ.).
13. Kudryavtseva S.S., Khaliullin R.A. Environmental innovations in industry: territorial application feature. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*, 2021, no. 9, pp. 74–80. (In Russ.). DOI: 10.17513/snt.38819
14. Zotov M.A. New approaches to the definition of sustainable innovation. *Voprosy innovacionnoy ekonomiki*, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 2379–2396. (In Russ.). DOI: 10.18334/vinec.13.4.119828
15. Pogodina T.V., Veselovsky M.Ya., Barkovskaya V.E., Pilipenko P.P. Stimulating industrial territorial clusters to implement the open innovation model in the face of new challenges. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Ekonomika*, 2022, no. 3, pp. 89–104. (In Russ.). DOI: 10.18384/2310-6646-2022-3-89-104
16. Salimova T.A., Guskova N.D., Ivanova I.A. A methodological approach to assessing the maturity level of sustainable competitiveness of an innovative industrial cluster. *Organizator proizvodstva*, 2022, vol. 30, no. 4, pp. 149–164. (In Russ.). DOI: 10.36622/VSTU.2022.30.4.014
17. Zelentsova L.S., Vaslavskaya I.Yu., Kurikov V.M. Industrial development in the regions: an economic aspect. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 2024, vol. 5, no. 10(151), pp. 76–83. (In Russ.).DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.10.05.011
18. Halila F., Rundquist F. The development and market success of eco-innovations: A comparative study of eco-innovations and “other” innovations in Sweden. *European Journal of Innovation Management*, 2011, vol. 14(3), pp. 278–302. DOI: 10.1108/146010611111148807
19. Cecere G., Corrocher N., Gossart C. et al. Lock-in and path dependence: an evolutionary approach to eco-innovations. *Journal of Evolutionary Economics*, 2014, vol. 24, pp. 1037–1065. DOI: 10.1007/s00191-014-0381-5

20. Raychev S., Stoyanova D., Dimitrova G., Madzhurova B. Innovation Impact on the Circular Economy. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2022, vol. 15 (2), pp. 223–238. DOI: 10.15838/esc.2022.2.80.14

21. Kotarev A.V., Kostareva A.O., Slepokurova Yu.I., Ibragimov R.I. Special news of meat industry enterprises management in the context of resource conservation. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2024, no. 3, pp. 273–284. (In Russ.).

22. Demilkhanova B. A. Assessment of innovation activity on the formation of financial potential for the development and implementation of environmental innovations. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 2024, vol. 14, no. 12(153), pp. 124–133. (In Russ.). DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.12.14.017

Информация об авторах

Сивкова Алина Игоревна, аспирант, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, atika-dance2008@mail.ru

Подшивалова Мария Владимировна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Экономика и финансы», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия, podshivalovamv@susu.ru

Information about the authors

Alina I. Sivkova, Graduate Student, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia; atika-dance2008@mail.ru

Mariya V. Podshivalova, Doctor of Sciences (Economics), Professor of the Department of Economics and Finance, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia; podshivalovamv@susu.ru

Статья поступила в редакцию 17.05.2025

The article was submitted 17.05.2025