

Применение мультипликатора инвестиций для смягчения базового экологического противоречия¹

Аннотация. Стимулирование роста региональной экономики зачастую сопровождается увеличением наносимого данным ростом вреда окружающей среде. Существующие исследования преимущественно предлагают для смягчения этого противоречия «зеленые» технологии, эффективность которых на текущем этапе их развития представляется достаточно спорной. Данное исследование предлагает использовать отраслевое распределение инвестиций, мультипликативно увеличивающее величину валового регионального продукта (ВРП) при одновременном удовлетворении ограничению на объем вреда, наносимого окружающей среде. Цель данного исследования – определить и формализовать подход к такому отраслевому распределению инвестиций. Для достижения этой цели в работе предложена совокупность индексных методов анализа и построения многофакторной аддитивной эконометрической модели. Акцент делается на том, что инвестиции в развитие определенной отрасли региона вызывают мультипликативный рост производства и вреда окружающей среде не только в рамках развиваемой отрасли, но и в связанных с ней отраслях. Отмечено и то, что величина мультипликатора меняется при изменении отраслевой структуры инвестиций в региональную экономику. Формализована связь между величиной мультипликативного изменения ВРП и объемом отходов, генерируемых разными отраслями экономики. В работе с учетом сценарных ограничений рассчитано мультипликативное изменение ВРП и объема отходов для трех вариантов отраслевого распределения инвестиций в экономику Нижегородской области. Сравнение прироста ВРП и объема отходов, генерируемого каждым вариантом, позволило выбрать из них оптимальный с позиций смягчения базового экологического противоречия. В работе отмечена возможность применения предложенного подхода для факторного анализа динамики ВРП и объема загрязнений окружающей среды. Анализ и выводы, содержащиеся в статье, представляют интерес как для специалистов, занимающихся разработками в сфере региональной экономической политики, так и для исследователей проблем устойчивого развития региональной экономики.

Ключевые слова: мультипликатор инвестиций, акселератор инвестиций, вред окружающей среде, экономическая политика, отраслевое распределение инвестиций, отходы обрабатывающих производств

Для цитирования: Еремин, В. В., Сильвестров, С. Н. (2026). Применение мультипликатора инвестиций для смягчения базового экологического противоречия. *Экономика региона*, 22(1), 175–190. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2026-1-13>

¹ © Еремин В. В., Сильвестров С. Н. Текст. 2026.

Using the Investment Multiplier to Mitigate a Basic Environmental Contradiction

Abstract. Accelerated regional economic growth often comes at the cost of environmental damage. While the literature mainly promotes “green” technologies to address this issue, their effectiveness remains debatable. This study proposes mitigating the conflict through sectoral investment allocation that boosts gross regional product (GRP) while adhering to environmental constraints. It aims to define and formalize an approach for such targeted investment distribution. To achieve this, the paper introduces a set of index-based methods for analysis and constructs a multifactor additive econometric model. It emphasizes that investments in a particular regional industry generate multiplier effects on both production and environmental damage, not only within the target industry but also across related sectors. Moreover, the value of these multipliers changes with the sectoral structure of regional investments. The relationship between GRP growth and waste generation across sectors is formalized. Using scenario-based constraints, the study calculates GRP growth and waste volume for three alternative sectoral investment distributions in Nizhny Novgorod Oblast (Russia). By comparing GRP growth and waste volumes, it is possible to identify the investment option that best balances economic gains and environmental impact. The paper highlights the potential of this approach for factor analysis of GRP dynamics and environmental pollution. These findings are relevant both to specialists in regional economic policy and to researchers focused on sustainable regional development.

Keywords: investment multiplier, investment accelerator, environmental damage, economic policy, sectoral distribution of investments, industrial waste

For citation: Eremin, V. V., & Silvestrov, S. N. (2026). Using the Investment Multiplier to Mitigate a Basic Environmental Contradiction. *Ekonomika regiona / Economy of regions*, 22(1), 175–190. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2026-1-13>

Введение

Стимулирование роста ВРП является одной из основных задач современной политики развития региональной экономики. Это утверждение подкрепляется анализом текста существующих документов стратегического планирования. Так, в Указе Президента «О национальных целях развития» в качестве одной из целей определена устойчивая и динамичная экономика, одним из показателей которой является рост валового внутреннего продукта темпами выше среднемировых¹. В Стратегии экономической безопасности в качестве одной из целей обеспечения данной безопасности также указано «обеспечение экономического роста»². С учетом того, что совокупный ВРП регионов является ключевой составляющей валового внутреннего продукта страны (ВВП), стимулирование его роста необходимо для роста экономики Российской Федерации в целом. В свою очередь, стимулирование роста совокупного ВРП осуществляется путем стимулирования роста ВРП конкретных

регионов Российской Федерации. Ограничением этой логической цепочки является то, что «концентрация экономического роста на ограниченном числе территорий» страны является одной из проблем пространственного развития, выделенной в соответствующей Стратегии³.

Отметим и необходимость отраслевой сбалансированности экономического роста, т. к. еще летом 2024 г. специалисты Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (ЦМАКП) отмечали, что экономический рост в России сконцентрирован на достаточно узком фронте (добыча полезных ископаемых, производство металлических изделий, нефтепереработка)⁴. В гражданских секторах экономики стагнация наблюдается с середины 2023 г.⁵ Узкая отраслевая концентрация роста экономики не добавляет ему стабильности, что стало очевидным к концу 2025 г., в особенности на фоне

¹ Указ Президента РФ от 07.05.2024 N 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». Информационно-правовой портал Гарант.ру. <https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1717715/> (дата обращения: 13.02.2026).

² Стратегия экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2017 г. N 208. Информационно-правовой портал Гарант.ру. <https://base.garant.ru/71672608/> (дата обращения: 13.02.2026)

³ Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2024 года № 4146-р. Информационно-правовой портал Гарант.ру. https://base.garant.ru/411243583/#block_1000 (дата обращения: 13.02.2026).

⁴ Анализ макроэкономических тенденций 28.06.2024. ЦМАКП. http://www.forecast.ru/_ARCHIVE/Mon_MK/2024/macro49.pdf (дата обращения: 13.03.2025).

⁵ О динамике промышленного производства в январе 2025 г. ЦМАКП. http://www.forecast.ru/_ARCHIVE/Analytics/PROM/2025/PR-OTR_2025-02-27.pdf (дата обращения: 13.03.2025).

высоких значений ключевой ставки российского Центрального банка.

Стимулирование роста ВРП сталкивается с широким набором достаточно серьезных ограничений, от наличия необходимых ресурсов до желания инвесторов осуществлять вложения в развитие экономики конкретных регионов. Но на одном ограничении следует сделать особый акцент из-за явного усиления роли этого ограничения в ближайшем будущем и из-за того, что данное ограничение формируется одним из базовых противоречий современной экономики. Это базовое противоречие заключается в том, что экономический рост зачастую сопровождается увеличением вреда, наносимого окружающей среде региона, формируя тем самым дилемму: снизить темпы роста для сохранения окружающей среды или признать неизбежным некоторый вред, наносимый этой среде, увеличивая темпы экономического роста.

Формированию подхода, призванного в определенной степени смягчить эту дилемму, посвящена данная работа. Отметим, что полностью урегулировать базовое экологическое противоречие не представляется возможным, т. к. это означало бы обеспечение роста ВРП без увеличения объемов вреда окружающей среде. В данной работе решается задача минимизации величины этого ущерба при обеспечении высоких темпов роста ВРП.

При этом определение термина «вред окружающей среде» дано в статье 1 Федерального закона №7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды»: это «негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов»¹.

Базовые противоречия и мультипликативные эффекты в существующих исследованиях

Термин «базовое противоречие» ввел в научный оборот К. Маркс. Под данным противоречием он подразумевал антагонизм между рабочим классом и буржуазией (Маркс, 1951). Выбор такого противоречия многократно критиковался, но сама концепция базового противоречия значительной критике не подвергалась (Хайек, 2025). Современная наука широко использует данную концепцию, определяя базовые противоречия как причины экономических кризисов. Анализом базовых противоречий между

излишней и недостаточной зарегулированностью рынка занимался Дж. Стиглиц (Стиглиц, 2020), анализом противоречий между монетарной и фискальной политикой — П. Кругман (Krugman, 2008). Пять узлов ключевых базовых противоречий в российской экономике выделяют специалисты ЦМАКП².

При этом под базовым противоречием понимается несоответствие между двумя важными аспектами системы, которые одновременно существуют, но противоречат друг другу. Противоречия усложняются с усложнением экономики, ростом количества и усложнением содержания управленческих задач.

Как указано выше, одним из базовых противоречий в экономике является противоречие между необходимостью сокращения объемов загрязнения окружающей среды и необходимостью стимулирования экономического роста. При этом академик Б.Н. Порфирьев указывает на то, что увеличение объемов загрязнения окружающей среды, в свою очередь, может снизить темпы экономического роста за счет негативного воздействия на здоровье людей и производительность их труда, увеличения количества природных бедствий (засухи, наводнения, лесные пожары), таянья вечной мерзлоты и т. п. (Данилов-Данильян и др., 2023). Такая обратная связь еще больше усложняет базовое экологическое противоречие.

Современные исследователи для смягчения базового экологического противоречия предлагают различные подходы. По мнению Т. Пикетти (тем не менее, не делающего в своих работах значительный акцент на экономике), механизмом такого смягчения является комплексный подход, включающий не только изменение технологий и глобальное сотрудничество, но и глубокие изменения в социальной и экономической структуре общества (Piketty, 2020). В качестве искомого механизма Нобелевский лауреат Элинор Остром исследует общинную собственность на природные ресурсы (Ostrom, 1990). Значительное количество авторов видит механизм смягчения базового экологического противоречия в зеленых технологиях (Gore, 2009; Resch et al., 2008; Arent et al., 2011), в частности, получение энергии из экологически чистых источников. Но и в данном случае производство генерирующих мощностей и аккумуляторов энергии, а также их последующая утилизация будут наносить ущерб окружающей среде, не позволяя говорить об урегулировании противоречия, а лишь о его смягчении.

Отметим, что предложенные в работах многих авторов механизмы смягчения базового эко-

¹ Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (последняя редакция) «Об охране окружающей среды». Доступ из информационно-правовой системы КонсультантПлюс. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/#dst100499 (дата обращения: 15.11.2025).

² Тезис 13. Уроки на долгосрочный период: что означает «поворот к себе»? ЦМАКП. http://www.forecast.ru/_ARCHIVE/Mon_13/2023/TT2023_13.pdf (дата обращения: 13.03.2025).

логического противоречия актуальны не сами по себе, а как основа для разработки более конкретных механизмов, применимых на региональном уровне. Исключение — зеленые технологии, но их внедрение в последнее время сопровождается значительным снижением эффективности экономики с определенным откатом назад, к более традиционным источникам энергии (см. кейс Германии (Hassan et al., 2024)).

Эффективность многих предлагаемых для борьбы с базовым экологическим противоречием механизмов хорошо описывает С. Караганов: «Глобальные проблемы — загрязнение окружающей среды, изменение климата, сокращение запасов пресной воды, пригодных для земледелия земель, многих других природных ресурсов — не решаются, или предлагаются т.н. „зелёные” решения, чаще всего нацеленные на закрепление господства привилегированных и богатых как внутри своих обществ, так и на международном уровне» (Караганов, 2024). При этом речь идет об эффективности реализации этих механизмов на национальном уровне. На региональном уровне, обладающем еще меньшим объемом ресурсов, эта эффективность будет еще ниже.

В данной работе предлагается отличный от многих других исследований подход, основанный на оптимизации распределения инвестиций в экономику региона. Под оптимизацией понимается такое отраслевое распределение инвестиций, которое способно стимулировать рост ВРП при одновременном удовлетворении ограничению на объем наносимого окружающей среде вреда. Предлагаемой основой формирования этого механизма является то, что реализация инвестиционного проекта в конкретной отрасли наносит вред окружающей среде не только в рамках этого проекта и не только в рамках этой отрасли. Данное утверждение основано на внутрорегиональном и межрегиональном распространении эффекта инвестиций по разным отраслям экономики.

Пусть властями региона принято решение о строительстве крупного автозавода. Инвестор найден, он приступает к реализации проекта, в частности, закупает необходимые строительные металлоконструкции и оборудование для завода. Поставщики этих конструкций и данного оборудования получают доход за свои поставки. Часть этого дохода сберегается поставщиками, становясь тем самым утечкой из анализируемого процесса. Аналогичные утечки — оплата налоговых платежей и закупаемого импорта. Немаловажная часть дохода тратится на выплату заработной платы сотрудникам, которые затем тратят эти средства на покупку необходимых им товаров (например, продуктов и одежды). Оставшаяся часть доходов тратится на оплату ресурсов, необходимых анализируемым поставщи-

кам. Так, поставщики металлоконструкций могут тратить средства на закупку металлопроката, поставщики оборудования — на закупку металла для отливки станин станков. Далее описываемый процесс повторяется. Поставщики проката и металла платят налоги, сберегают, выплачивают зарплату, оплачивают импорт. Остаток средств они тратят на собственные нужды, передавая его своим собственным поставщикам.

В результате только в представленном кейсе средства, выделенные на строительство автомобильного завода, в том числе, становятся дополнительным доходом поставщиков и производителей металлоконструкций, оборудования, металла, одежды и продуктов питания. Отметим, что на рассмотренном этапе анализируемая цепочка не заканчивается. Оттоки делают ее конечной, но она продолжает свое распространение в разных отраслях региональной экономики.

При этом рост спроса на продукцию разных отраслей в рамках общего экономического роста, сопровождаемого описываемым эффектом, способен приводить к росту производства этих отраслей, а значит, и к росту объема наносимого ими вреда окружающей среде.

Описываемый эффект в экономике носит название мультипликативного. Основа этого эффекта — «комплексное влияние, оказываемое проектом на экономическую систему по цепи межотраслевых связей» (Татаркин и др., 2015; Баранов, Гореев, 2024). Мультипликативный эффект — «прирост валового выпуска, ВВП, обусловленный распространением по системе межотраслевых связей первоначального импульса — увеличения выпуска в одном из секторов. Мультипликатор — коэффициент, показывающий соотношение величины эффекта и обусловившего его начального прироста производства» (Ксенофонтов и др., 2018). При этом распространение эффекта инвестиций в экономику региона по мультипликативным цепочкам может генерировать как положительные, так и отрицательные последствия для динамики ВРП и, как следствие, обратные по знаку последствия для объема экономического влияния на окружающую среду региона.

Положительные последствия заключаются в том, что рост региональной экономики в разных ее точках в результате действия анализируемых цепочек мультипликатора добавляет к росту ВРП в целенаправленно развиваемом элементе региональной экономики рост ВРП в прочих, как сильно, так и достаточно слабо связанных с ним элементах. Такое добавление приводит к дополнительному росту валового продукта региона, но увеличивает объем вреда, наносимого окружающей среде.

Отрицательные последствия заключаются в том, что рост доходов элементов региональной экономики, связанных с развиваемым, приводит

к тому, что они увеличивают свой спрос на ресурсы. Это может сформировать нехватку ресурсов и рост их стоимости, тормозя развитие широкого ряда инвестиционных проектов и тем самым оказывая негативное влияние на величину мультипликатора инвестиций и валового продукта региона. Но снижение валового продукта может сократить объем вреда, наносимого окружающей среде.

Отметим и ситуацию, при которой инвестиции в развитие конкретного элемента региональной экономики вызовут рост ВРП, генерируемый этим элементом. Но негативные мультипликативные эффекты, генерируемые этими инвестициями, приведут к снижению ВРП, генерируемого другими элементами региональной экономики. В результате может наблюдаться как рост, так и снижение совокупного ВРП.

Описываемые положительные и отрицательные последствия предлагается использовать для отраслевого распределения инвестиций, способного стимулировать рост ВРП при одновременном удовлетворении ограничения на объем вреда, наносимого окружающей среде региона.

Для использования мультипликатора инвестиций в качестве основы предлагаемого подхода необходимо четко понимать структуру мультипликативного процесса, этапы его распространения в экономике региона, т. к. отсутствие этого понимания ведет к использованию мультипликатора в качестве своеобразного «черного ящика», на входе в который находится изменение инвестиций, а на выходе — изменение ВРП и, согласно теме данной статьи, объемов вреда, наносимого окружающей среде. Данные изменения зависят от параметров мультипликативного процесса. Отсутствие учета влияния этих параметров на величину мультипликатора может привести к динамике ВРП и объема вреда, далеким от запланированных при определении отраслевой структуры инвестиций в экономику региона. Следовательно, основой предлагаемого подхода является модель мультипликатора, основанная на четком понимании этапов распространения мультипликативного процесса в экономике региона.

Существующие эконометрические модели такого понимания обычно не дают. Как правило, это модели, рассчитывающие величину мультипликатора как коэффициент регрессии в модели вида:

$$y = a + b \cdot x, \quad (1)$$

где x — величина инвестиций в экономику региона (страны); y — величина валового внутреннего или валового регионального продукта (в зависимости от масштабов исследования); b — коэффициент, значение которого характеризует силу и направление действия мультипликатора инвестиций на национальном или региональном

уровне; a — величина автономного (не зависящего от динамики инвестиций) изменения валового внутреннего или регионального продукта.

Примером подобной однофакторной аддитивной модели, описывающей зависимость ВВП от инвестиций по данным за 2012–2023 гг., является модель, представленная в работе (Боркова и др., 2024, с. 681):

$$y = 3,904 \cdot x + 25,783.$$

Величина мультипликатора инвестиций для России в этой модели определена (3,904), но описания процесса распространения мультипликативного эффекта в экономике региона приведенная модель в себе не содержит. Аналогичный подход, не включающий описание этапов распространения мультипликативного эффекта, используется в достаточно широком перечне работ, в частности, для расчета значений региональных мультипликаторов инвестиций (Степанова, 2019), значений отраслевых мультипликаторов региональной экономики (Горидько, Нижегородцев, 2018). Отметим и то, что распространение эффекта мультипликатора поддерживается действием акселератора инвестиций, но зачастую авторы строят две эконометрические модели, определяющие величины мультипликатора и акселератора инвестиций соответственно, не характеризуя этапы мультипликативно-акселеративного взаимодействия (Демильханова, Муртазалиева, 2023).

Матричный подход к моделированию мультипликатора является более информативным, т. к. его результат — не одно значение мультипликатора, как при скалярном подходе, а набор значений мультипликатора для отраслей региональной или национальной экономики. Такой подход позволяет определить отрасли с наибольшим и наименьшим мультипликативным эффектом, усиливающим эффективность инвестиций (Пономарев, Евдокимов, 2021). Матричные модели позволяют определить мультипликативный эффект изменения структуры экономики (Узяков, 2024), сформировать динамические значения мультипликаторов (Баранов, Гореев, 2024). Отметим, что матричные модели зачастую описывают мультипликативный процесс с позиций его отраслевой или региональной декомпозиции, но, тем не менее, на наш взгляд, уделяют недостаточно внимания декомпозиции этого процесса на отдельные этапы его распространения с выделением внутренних составляющих.

Акцентируем внимание на том, что мы не критикуем ни скалярные, ни матричные модели мультипликатора, ни полученные с их помощью результаты. Как скалярные, так и матричные модели мультипликатора позволяют определить и ранжировать его региональные и отраслевые

значения, при этом описание внутренних составляющих мультипликативного процесса требуется далеко не всегда. Но в данной работе это описание необходимо для решения задачи увеличения динамики ВРП при удовлетворении ограничению объемов вреда, наносимого окружающей среде, т. к. это решение возможно за счет управления величиной мультипликатора, которое, в том числе, возможно осуществлять путем воздействия на внутренние параметры мультипликативного процесса и путем изменения отраслевой структуры инвестиций в экономику региона.

При этом модель, предлагаемая в данной работе, является сплавом моделирования рядов динамики и эконометрического моделирования, что роднит ее со скалярными моделями мультипликатора.

Связь моделей мультипликатора с экологической составляющей исследователя зачастую формируют с помощью коэффициента, показывающего объем загрязнения окружающей среды на единицу ВРП (ВВП). Такой подход позволяет с помощью мультипликатора перейти от динамики инвестиций к динамике ВРП (ВВП), а с помощью коэффициента загрязнения окружающей среды — к динамике объемов этого загрязнения, мультипликативно иницируемых инвестициями (Preuss, 2005).

Материалы и методы

В качестве основы подхода к смягчению базового экологического противоречия мы предлагаем авторскую модель мультипликатора инвестиций с последующей ее надстройкой с помощью модели, учитывающей влияние на величину мультипликатора отраслевого распределения инвестиций в экономику региона, а также модели, позволяющей учесть мультипликативное влияние инвестиций на динамику объемов вреда окружающей среде региона. Рассмотрим авторскую модель мультипликатора.

Пусть в экономике региона реализуется проект, инвестиционные вложения в реализацию которого обозначим как ВЛ. Объем этих вложений получит в качестве оплаты поставленных ресурсов совокупность поставщиков данных ресурсов, которую мы определим как первую совокупность. Часть полученного дохода совокупность этих поставщиков направит на сбережение (характеристика этой части дохода — MS , величина предельной склонности к сбережению), часть — на выплаты налогов (характеристика MT , предельная ставка платежей в налоговую систему страны), часть — на покупки импортной по отношению к границам региона продукции (характеристика MI , предельная склонность к импорту). Совокупность этих величин дает нам предельную ставку оттоков из мультипликативного процесса (out):

$$out = MS + MI + MT. \quad (2)$$

В свою очередь, первая совокупность поставщиков требует ресурсов, товаров и услуг для собственного функционирования, тратя на их закупки полученный доход за вычетом оттоков ($ВЛ \cdot (1 - out)$). Данные ресурсы, товары и услуги поставляют первой совокупности поставщиков их собственные поставщики, которых мы определим как вторую совокупность поставщиков. Полученный доход за вычетом оттоков они также тратят на финансирование поставок ресурсов для собственных нужд. Объем этих трат описывается формулой $ВЛ \cdot (1 - out)^2$. Далее процесс повторяется с третьей, четвертой и последующими совокупностями поставщиков, что позволяет нам определить общую величину спроса всех этих совокупностей поставщиков с учетом спроса инвестора, запустившего описываемую цепочку (OC_1):

$$OC_1 = ВЛ + ВЛ \cdot M + ВЛ \cdot M^2 + \dots + ВЛ \cdot M^n = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=0}^n ВЛ \cdot M^i = \frac{ВЛ}{out}, \quad (3)$$

где i — номер совокупности поставщиков на каждом этапе описываемого процесса; n — количество этапов описываемого процесса; $M = 1 - out$.

Отметим, что неизменность величины out на каждом этапе формализуемого процесса объясняется наличием масштабного количества поставщиков в каждой их совокупности, результатом чего является масштабное рассеивание индивидуальных отклонений величины out от ее среднего значения, нивелирующее эти отклонения.

В случае достаточного для удовлетворения спроса в объеме OC_1 наличия производственных мощностей в региональной экономике мультипликативный процесс ограничивается одним этапом, описываемым уравнением (3). В противном случае требуются инвестиции, позволяющие удовлетворить данный спрос. Их величина зависит от того, какое количество таких инвестиций необходимо осуществить, чтобы удовлетворить единицу дополнительного спроса. В научной литературе эта характеристика носит название акселератор инвестиций (АИ). С учетом того, что общий спрос, согласно формуле (3), декомпозирован на спрос разных совокупностей поставщиков, объем дополнительных инвестиций на данном этапе (I_1) рассчитывается по формуле (4):

$$I_1 = ВЛ \cdot M \cdot АИ + ВЛ \cdot M^2 \cdot АИ + \dots + ВЛ \cdot M^n \cdot АИ = OC_1 \cdot M \cdot АИ = ВЛ \cdot \frac{M \cdot АИ}{out}. \quad (4)$$

Так как каждое слагаемое формулы (4) — инвестиции, оно, как и ВЛ, формирует собственную

цепочку мультипликатора и, как следствие, новый виток прироста спроса в экономике региона в объеме OC_2 . На основании формулы (4) с учетом формулы (3) величина этого объема рассчитывается по формуле (5):

$$OC_2 = \frac{I_1}{out} = ВЛ \cdot \frac{М \cdot АИ}{out} \cdot \frac{1}{out} = ВЛ \cdot \frac{М \cdot АИ}{out^2}. \quad (5)$$

Для того, чтобы удовлетворить спрос в объеме OC_2 , необходимы инвестиции в объеме I_2 , рассчитываемые, исходя из уравнений (4) и (5), по формуле (6):

$$I_2 = OC_2 \cdot М \cdot АИ = ВЛ \cdot \left(\frac{М \cdot АИ}{out} \right)^2. \quad (6)$$

Формулы дальнейших этапов анализируемого процесса подобны предыдущим, представленным выше, что позволяет определить совокупный объем спроса (СОС), инициированный суммой первоначальных вложений и усиленный действием мультипликатора, — формула (7).

$$\begin{aligned} СОС &= \frac{ВЛ}{out} + \frac{ВЛ}{out} \cdot \frac{М \cdot АИ}{out} + \frac{ВЛ}{out} \cdot \left(\frac{М \cdot АИ}{out} \right)^2 + \dots \\ &+ \frac{ВЛ}{out} \cdot \left(\frac{М \cdot АИ}{out} \right)^n = \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=0}^n \frac{ВЛ}{out} \cdot \left(\frac{М \cdot АИ}{out} \right)^i = \frac{ВЛ}{out - М \cdot АИ}, \end{aligned} \quad (7)$$

откуда

$$МИ = \frac{1}{out - М \cdot АИ}, \quad (8)$$

где МИ — значение мультипликатора инвестиций с учетом всех этапов процесса, основа которого описана формулами (3)–(7).

При этом *out* (а значит, *MS*, *MT*, *MI*) и *АИ* — параметры анализируемого мультипликативного процесса, изменение которых позволит изменить величину мультипликатора инвестиций.

Значения предельных величин, используемых в вышеуказанных уравнениях, в частности, в уравнении (2), предлагается определять на основе эконометрической модели (9):

$$y = b \cdot x, \quad (9)$$

где *x* — величина ВРП; *y* — зависит от того, какой параметр *b* рассчитывается; в зависимости от этого параметра в качестве *y* может применяться величина регионального потребления, объема инвестиций в основной капитал, объема налоговых выплат регионом в бюджетную систему страны, объема регионального импорта; *b* — зависит от указанной выше величины *y*; это может быть величина предельной склонности к потреблению ($1 - MS$), величина акселератора инвестиций (*АИ*), величина *MT*, величина *MI*.

В случае нехватки статистических данных для анализа возможны следующие упрощения (примененные в предложенной работе):

— вместо предельных величин использовать средние величины;

— ввиду отсутствия информации об объемах импорта продукции из-за границ региона ограничить уравнение (2) двумя слагаемыми: *MS* и *MT*.

Уравнение (8) — лишь одна из составляющих предлагаемого подхода к использованию мультипликатора инвестиций для смягчения базисного противоречия, связанного с увеличением вреда окружающей среде, сопровождающего экономический рост. Значение мультипликатора инвестиций варьируется от отрасли к отрасли. В результате доли отраслей в экономике региона становятся своеобразными весами отраслевых мультипликативных эффектов. Изменение этих весов изменит общую величину регионального мультипликатора. Учесть вышеуказанное предлагается на основе аддитивной модели (10):

$$МИ = i_1 \cdot s_1 + i_2 \cdot s_2 + \dots + i_n \cdot s_n, \quad (10)$$

где i_n — влияние инвестиций в развитие *n*-й отрасли экономики региона на величину регионального мультипликатора инвестиций; s_n — доля объема производства *n*-й отрасли в экономике региона (вклад этой отрасли в формирование регионального ВРП); *n* — количество отраслей в экономике анализируемого региона.

Таким образом, формула для расчета величины мультипликатора определена, формула для расчета влияния на эту величину отраслевой структуры инвестиций в экономику региона также определена. Необходимо перейти к экологической составляющей, которую мы предлагаем учесть на основе формулы (11):

$$\Delta VP = P \cdot МИ \cdot \Delta И, \quad (11)$$

где ΔVP — изменение объема вреда окружающей среде региона в результате изменения объема инвестиций в экономику этого региона; *P* — удельная величина объема вреда, наносимого окружающей среде, в расчете на единицу прироста валового регионального продукта; МИ — мультипликатор инвестиций; $\Delta И$ — изменение объема инвестиций в экономику региона (Preuss, 2005).

Смысл формулы (11) в следующем. Изменение объема инвестиций на величину $\Delta И$ приводит, с учетом мультипликативного эффекта этих инвестиций, к изменению ВРП региона на величину $МИ \cdot \Delta И$. Так как каждая единица прироста ВРП приводит к изменению объемов вреда, наносимого окружающей среде, на *P* единиц, изменение ВРП региона на величину $МИ \cdot \Delta И$ приведет к изменению величины вреда окружающей среде региона на величину $P \cdot МИ \cdot \Delta И$.

Отметим, что совокупность формул (8), (10) и (11) позволяет смягчить базовое экологическое противоречие, в частности, выбирая для инвестиций отрасли региональной экономики с максимальным положительным влиянием на величину регионального мультипликатора инвестиций и меньшим, по сравнению с другими отраслями, объемом генерируемого вреда окружающей среде.

Информационная база и результаты исследования

Основой для моделирования составляющих показателя out из формулы (2), показателя AI из формулы (4) и последующих формул является региональная статистика, размещенная в открытом доступе на сайте Росстата. Пример такой статистики для Нижегородской области показан в таблице 1. Также в этой таблице показаны полученные в результате проведенных расчетов значения показателей, совокупность которых является основой формул (2)–(7) и, как следствие, значения мультипликатора, рассчитанные по формуле (8).

Представленные в таблице 1 и ниже — в таблицах 2, 4 — статистические данные завершаются 2021 г. Это обусловлено двумя причинами.

1. В 2022 г. значительно изменилась внешнеполитическая обстановка, что привело к не менее значительному изменению условий развития экономики России.

2. Последние на момент написания статьи доступные официальные открытые статистические сборники с необходимыми для расчетов данными выпущены в 2024 г. В них содержатся данные до 2023 г. включительно. Следовательно, представлены только два года после начала специальной военной операции (СВО) — 2022 г. и 2023 г. На наш взгляд, этой информации недостаточно, чтобы проводить расчеты с учетом изменившейся обстановки. Поэтому авторами

было принято решение об апробации модели на данных до 2021 г. включительно.

Нижегородская область выбрана из-за того, что ее экономика диверсифицирована при ярко выраженном промышленном ядре и при этом относительно удалена от ключевых экономических центров России (Москвы и Санкт-Петербурга). Нижегородская область — один из крупнейших российских центров промышленного машиностроения (автомобилестроение, машиностроение, военно-промышленный комплекс), при этом в регионе развито производство пищевых продуктов, химическая и нефтехимическая промышленность.

Дополним полученные данные общей величиной мультипликатора инвестиций, рассчитанной для Нижегородской области в рамках эконометрического моделирования по данным за 2005–2021 гг., выборочно представленным в таблице 1.

Для анализируемого региона получены следующие эконометрические модели вида (9), позволяющие оценить величины предельной склонности к сбережению (MS), предельной величины налоговых выплат (MT) и величины акселератора (A):

$$\text{ПОТРЕБЛЕНИЕ} = (1 - MS) \cdot \text{ВРП} = (1 - 0,32547) \cdot \text{ВРП}, \quad (12)$$

$$\text{НАЛОГИ} = MT \cdot \text{ВРП} = 0,18893 \cdot \text{ВРП}, \quad (13)$$

$$\text{ИНВЕСТИЦИИ} = AI \cdot \text{ВРП} = 0,24577 \cdot \text{ВРП}. \quad (14)$$

Полученные модели статистически значимы, что подтверждается следующими значениями их параметров (в скобках даны номера уравнений):

— R-квадрат: 0,9918 (12); 0,9981 (13); 0,9501 (14);

— Значимость F: 1,38E-15 (12); 2,82E-18 (13); 4,73E-11 (14);

— Стандартная ошибка σ : 0,01564 (12); 0,0019 (13); 0,0147 (14).

Таблица 1

Данные, характеризующие экономику Нижегородской области (выборочно)

Table 1

Key Economic Indicators of Nizhny Novgorod Oblast (Selected Data)

Показатель	2006 г.	2008 г.	2016 г.	2018 г.	2019 г.	2021 г.
Численность населения, млн чел.	3,38	3,34	3,25	3,21	3,2	3,14
ВРП, млрд руб.	376,18	588,79	1282,75	1502,16	1617,17	1888,12
Инвестиции в основной капитал, млрд руб.	89,27	207,39	232,01	259,39	295,25	385,63
Потребительские расходы тыс.руб./чел. в мес.	5,64	9,86	22,59	26,01	27,80	31,07
Поступления в бюджетную систему Российской Федерации, млрд руб.	78,47	112,69	239,35	279,29	288,74	425,31
Акселератор	0,24	0,35	0,18	0,17	0,18	0,20
Out	0,60	0,52	0,50	0,52	0,52	0,60
M	0,40	0,48	0,50	0,48	0,48	0,40
Мультипликатор инвестиций	1,98	2,86	2,44	2,30	2,33	1,91

Источник: составлено авторами по данным Росстата.

Исходя из уравнений (12)–(14), для анализируемого периода времени рассчитаем следующие величины:

$$\text{out} = 0,32547 + 0,18893 = 0,5144;$$

$$M = 1 - 0,5144 = 0,4856;$$

$$MI = \frac{1}{0,5144 - 0,4856 \cdot 0,24577} = 2,5313,$$

что, наряду со статистической значимостью моделей, дает нам значения величины МИ, схожие со значениями МИ, представленными в таблице 1, подтверждая правильность сделанных расчетов.

Получив величины мультипликатора для Нижегородской области, перейдем к расчетам по модели (10), чтобы определить, какое

влияние доля той или иной отрасли в экономике анализируемого региона оказывает на величину нижегородского мультипликатора.

Исходные данные по экономике Нижегородской области, необходимые для расчетов, показаны в таблице 2.

Необходимые для определения отраслевого влияния на мультипликатор величины показателей получены. По формуле (10) рассчитаем характеризующие это влияние значения коэффициентов i_n . Полученные значения представлены в таблице 3.

Сформированная модель статистически значима: R-квадрат — 0,969; F-критерий — 1,24E-9. Также на ее статистическую значимость указывают полученные значения стандартных ошибок для коэффициентов i_n .

Таблица 2

Структура отгруженной продукции (работ, услуг) обрабатывающих производств по видам деятельности, Нижегородская область, выборочно

Table 2

Structure of Shipped Products (Works, Services) of Manufacturing Industries by Type of Activity, Nizhny Novgorod Oblast, Selectively

Производство	2006 г.	2008 г.	2016 г.	2018 г.	2019 г.	2021 г.
Пищевых продуктов, напитков, табачных изделий	7,4	7,3	8,8	7,8	8,1	11,5
Текстильное и швейное; кожи и изделий из кожи	0,7	1	0,9	0,8	0,8	1,1
Изделий из дерева, кроме мебели, обработка древесины	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	1,7
Бумаги и бумажных изделий; полиграфия, копирование носителей информации	2,9	2,7	2,4	2,4	2,3	3,7
Кокса и нефтепродуктов; резиновых и пластмассовых изделий, химических веществ	31,8	39,2	34,5	38,1	38,1	19,7
Прочей неметаллической минеральной продукции	3,0	3,6	2,8	2,4	2,4	3,1
Металлургическое; готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	19,5	16,4	17,3	18,3	17,7	21,6
Машин, электрооборудования, электронного и оптического оборудования	4,9	5,4	7,3	5,5	4,8	6,3
Транспортных средств и оборудования	26,7	20,4	19,9	22	22,9	28,3
Прочие виды обрабатывающих производств, включая производство мебели и ремонт машин	2,6	3,5	5,3	1,9	2,1	3,0

Источник: составлено авторами по данным Росстата.

Таблица 3

Отраслевое влияние инвестиций на мультипликатор Нижегородской области (значение коэффициента i_n)

Table 3

Sectoral Investment Impact on the Multiplier of Nizhny Novgorod Oblast (Coefficient i_n Value)

Производство	Нижегородская область
Пищевых продуктов, напитков, табачных изделий	0,042093
Текстильное и швейное; кожи и изделий из кожи	0,053910
Изделий из дерева, кроме мебели, обработка древесины	0,097994
Бумаги и бумажных изделий; полиграфия, копирование носителей информации	-0,054100
Кокса и нефтепродуктов; резиновых и пластмассовых изделий, химических веществ	0,090822
Прочей неметаллической минеральной продукции	0,023809
Металлургическое; готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	-0,019680
Электрооборудования, электронного и оптического оборудования	-0,063050
Машин, транспортных средств и оборудования	0,066538
Прочие виды обрабатывающих производств, включая производство мебели и ремонт машин	0,073454

Источник: составлено авторами.

Инвестиции в развитие отраслей с $i_n < 0$ сократят величину мультипликатора, следовательно, таким инвестициям следует предпочитать инвестиции в отрасли, i_n которых является положительным. Исключение — приоритетные направления развития экономики региона, отрасли, развитие которых необходимо с позиций обеспечения национальной безопасности.

Рассчитав значения коэффициентов i_n , определим составляющую отраслевого мультипликативного влияния на окружающую среду. Для этого необходимы данные об объемах вреда окружающей среде, генерируемого анализируемыми отраслями экономики региона. Этот вред может быть достаточно разнообразным: загрязнение воздуха, воды, почвы, истощение природных ресурсов, деградация экосистем, утрата биоразнообразия и т. п. Ущерб компонентам окружающей среды может быть натуральным и экономическим.

Сложность состоит в том, что региональная статистика, находящаяся в открытом доступе, не содержит данных о величине наносимого региональной экономикой вреда окружающей среде в разрезе по отраслям этой экономики. Так, данные территориального органа статистики по Нижегородской области, позволяющие оценить величину вреда окружающей среде, содержат только информацию об объеме сброса сточных вод в водоемы области по годам, без какой-либо разбивки. Статистика по Курганской, Свердловской областям и многим другим регионам содержит данные по объему загрязнений воздуха, объему сбросов сточных вод и объему производства отходов, но все это годовые данные, без разбивки по отдельным отраслям, что не позволяет использовать их для расчетов в представленной статье.

Необходимые для расчетов данные в разрезе по ОКВЭД предоставляет федеральная статистика. Это информация по объемам:

- выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;
- отходов обрабатывающих производств.

Исходя из вышеуказанной ограниченности открытых статистических данных, необходимых для дальнейших расчетов, примем упрощение, согласно которому объемы вреда окружающей среде, генерируемые отраслями Нижегородской области, совпадают с аналогичными федеральными объемами. Это упрощение позволит проиллюстрировать расчеты открытыми статистическими данными, но при этом достаточно легко снимается: при наличии соответствующей региональной статистики федеральные цифры заменяются региональными, при этом сама методика расчета, применяемые модели остаются полностью неизменными.

Делая для расчетов в данной статье выбор между доступными данными по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу и объемам отходов обрабатывающих производств, необходимо отметить, что отходы могут утилизироваться и направляться на переработку в другие производства, а выбросы в атмосферу могут улавливаться и утилизироваться. При этом федеральная статистика предоставляет данные об объемах утилизации атмосферных загрязнений по годам без отраслевой разбивки, тогда как для отходов, генерируемых обрабатывающими производствами, информация по их утилизации в отраслевой разбивке присутствует. Это обусловило выбор для дальнейших расчетов статистических данных по объемам отходов обрабатывающих производств (табл. 4).

Таблица 4

Отходы обрабатывающих производств, млн т

Table 4

Waste from Manufacturing Industries (Million Tons)

Производство	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Пищевых продуктов, напитков, табачных изделий	23,1	29,6	22,1	19,8	171,4	181,6
Текстильное и швейное; кожи и изделий из кожи	270,8	7,7	0,4	42,2	42,0	1,5
Изделий из дерева, кроме мебели, обработка древесины	4,9	4,8	5,2	5,9	6,3	6,5
Бумаги и бумажных изделий; полиграфия, копирование носителей информации	4,7	5,7	6,4	5,7	5,2	5,6
Кокса и нефтепродуктов; резиновых и пластмассовых изделий, химических веществ	16,0	52,6	47,5	43,9	56,7	180,0
Прочей неметаллической минеральной продукции	25,2	15,1	19,9	14,9	8,5	10,5
Металлургическое; готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	194,1	154,1	137,1	156,7	136,8	120,4
Машин, электрооборудования, электронного и оптического оборудования	8,2	1,3	1,9	3,4	1,1	1,4
Транспортных средств и оборудования	2,1	2,5	2,9	3,1	2,7	3,1
Прочие виды обрабатывающих производств, включая производство мебели и ремонт машин	0,4	1,4	0,4	1,0	0,4	0,4
Всего	549,3	274,8	243,8	296,4	430,9	511,0

Источник: составлено авторами по данным Росстата.

Данные по объемам утилизации отходов обрабатывающих производств представлены в таблице 5.

Как указано выше, введенное упрощение позволяет применить для расчетов, иллюстрирующих предлагаемый подход к смягчению базового экологического противоречия, данные таблиц 4 и 5. Для более эффективного принятия решений на региональном уровне это упрощение необходимо устранить, используя для конкретного региона соответствующие региональные данные, аналогичные представленным в таблицах 4 и 5.

Проиллюстрируем предлагаемый подход смягчения базового экологического противоречия в следующих сценарных условиях. Данные по ВРП и отходам производства для Нижегородской области взяты за 2021 г. из таблиц 2 и 4. Данные о влиянии отраслевого

распределения инвестиций на величину мультипликатора инвестиций взяты из таблицы 2. Пусть в экономику Нижегородской области предлагается инвестировать 10 млрд р. Для иллюстрации предлагаемого подхода ограничимся сценарием, согласно которому существуют три варианта распределения этой суммы инвестиций. При большем количестве вариантов предлагаемый подход сохраняется.

Также сценарно ограничимся тем, что лицами, принимающими управленческие решения, для каждого варианта инвестиций в экономику региона предложено следующее распределение этих инвестиций по видам регионального производства (табл. 6).

Задача — выбрать из предложенных один вариант отраслевого распределения инвестиций в экономику Нижегородской области, стимулирующий рост ВРП при минимальном объеме ге-

Утилизация и обезвреживание отходов обрабатывающих производств, млн т

Таблица 5

Recycling and Disposal of Industrial Waste (Million Tons)

Table 5

Производство	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Пищевых продуктов, напитков, табачных изделий	10,8	14,0	9,4	10,4	110,9	113,5
Текстильное и швейное; кожи и изделий из кожи	101,8	1,2	0,1	40,8	5,5	0,7
Изделий из дерева, кроме мебели, обработка древесины	3,7	4,0	3,9	4,3	4,8	5,4
Бумаги и бумажных изделий; полиграфия, копирование носителей информации	4,7	5,6	5,7	5,5	4,9	5,4
Кокса и нефтепродуктов; резиновых и пластмассовых изделий, химических веществ	5,5	23,5	23,6	23,3	30,9	49,5
Прочей неметаллической минеральной продукции	11,2	11,2	10,8	13,7	6,5	8,0
Металлургическое; готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	99,3	74,2	73,0	77,1	66,1	61,4
Машин, электрооборудования, электронного и оптического оборудования	5,4	0,3	0,7	1,2	0,3	0,2
Транспортных средств и оборудования	0,7	0,8	0,9	0,9	0,7	0,8
Прочие виды обрабатывающих производств, включая производство мебели и ремонт машин	0,2	1,2	0,1	0,4	0,1	2,2
Всего	243,4	135,9	128,3	177,4	230,6	247,0

Источник: составлено авторами по данным Росстата.

Предлагаемые варианты распределения инвестиций в экономику Нижегородской области

Таблица 6

Proposed Options for Investment Distribution in the Economy of Nizhny Novgorod Oblast

Table 6

Производство	Сумма инвестиций, млрд руб.		
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Пищевых продуктов, напитков, табачных изделий	4	—	—
Текстильное и швейное; кожи и изделий из кожи	—	4	3
Изделий из дерева, кроме мебели, обработка древесины	—	—	4
Бумаги и бумажных изделий; полиграфия, копирование носителей информации	—	3	—
Кокса и нефтепродуктов; резиновых и пластмассовых изделий, химических веществ	3	—	—
Металлургическое; готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	3	—	—
Машин, электрооборудования, электронного и оптического оборудования	—	3	—
Транспортных средств и оборудования	—	—	3

Источник: составлено авторами.

нерируемых отходов. Приведем для варианта 1 подробный расчет.

Для каждого отраслевого распределения инвестиций рассчитаем величину изменения мультипликатора инвестиций (ΔMI) по формуле:

$$\Delta MI = MI + i_n, \quad (15)$$

где MI — величина мультипликатора инвестиций (см. табл. 1); i_n — величина отраслевого влияния на мультипликатор инвестиций (см. табл. 3).

Составляющие формулы (15) складываются, т. к. конкретное отраслевое влияние увеличивает или уменьшает существующее значение мультипликатора на конкретную величину. Если, например, значение мультипликатора равно 1,52, а влияние инвестиций в конкретную отрасль увеличит это значение на 0,04, то новое значение мультипликатора составит:

$$1,52 + 0,04 = 1,56.$$

Для отраслей варианта 1 получим следующие значения ΔMI .

Для производства пищевых продуктов, напитков, табачных изделий искомое значение составит:

$$\Delta MI = 1,91 + 0,042 = 1,952.$$

Для производства кокса и нефтепродуктов; резиновых и пластмассовых изделий, химических веществ искомое значение:

$$\Delta MI = 1,91 + 0,091 = 2,001.$$

Для производства металлургического; готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования:

$$\Delta MI = 1,91 - 0,0196 = 1,89.$$

Прирост ВРП по отраслям ($\Delta ВРП$) для варианта 1 рассчитаем по формуле:

$$\Delta ВРП = I \cdot \Delta MI, \quad (16)$$

где I — сумма инвестиций в отрасль экономики региона, млрд руб. (см. табл. 5).

Прирост ВРП для производства пищевых продуктов, напитков, табачных изделий составит:

$$\Delta ВРП = 4 \cdot 1,952 = 7,808.$$

Для производства кокса и нефтепродуктов; резиновых и пластмассовых изделий, химических веществ прирост ВРП составит:

$$\Delta ВРП = 3 \cdot 2,001 = 6,003.$$

Прирост ВРП для производства металлургического; готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования:

$$\Delta ВРП = 3 \cdot 1,89 = 5,67.$$

Общий прирост ВРП Нижегородской области при первом варианте распределения инвестиций в предложенных сценарных условиях составил бы:

$$7,808 + 6,003 + 5,67 = 19,481 \text{ млрд р.}$$

Прирост объема отходов (ΔOTX) рассчитаем по формуле:

$$\Delta OTX = \frac{OTX - YOTX}{ВРП} \cdot \Delta ВРП, \quad (17)$$

где OTX — объем отходов обрабатывающих производств (см. табл. 4); $YOTX$ — объем утилизации и обезвреживания отходов (см. табл. 5); $ВРП$ — величина регионального ВРП (см. табл. 1).

Следовательно, величина $(OTX - YOTX)/ВРП$ показывает, какой объем отходов при условии утилизации определенной их части обрабатывающие производства генерируют в расчете на один рубль ВРП. С учетом того, что в данной работе рассматривается подход к определению отраслевой структуры инвестиций до осуществления этих инвестиций, то и величина $(OTX - YOTX)/ВРП$ берется на период времени, предшествующий инвестициям.

Производство пищевых продуктов, напитков, табачных изделий:

$$\Delta OTX = \frac{181,612 - 113,483}{1888,12} \cdot 7,808 = 0,283 \text{ млн т.}$$

Производство кокса и нефтепродуктов; резиновых и пластмассовых изделий, химических веществ:

$$\Delta OTX = \frac{180,0 - 49,515}{1888,12} \cdot 6,003 = 0,415 \text{ млн т.}$$

Производство металлургическое; готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования:

$$\Delta OTX = \frac{120,4 - 61,37}{1888,12} \cdot 5,67 = 0,177 \text{ млн т.}$$

Общий прирост объема отходов для первого варианта распределения инвестиций составит:

$$0,283 + 0,415 + 0,177 = 0,875 \text{ млн т.}$$

Для трех вариантов распределения инвестиций результаты расчетов показаны в таблице 7.

Для выбора оптимального варианта отраслевого распределения инвестиций следует сравнить суммарные величины изменения ВРП и объема генерируемых отходов при каждом варианте такого распределения.

Таблица 7

Расчет прироста ВРП и прироста отходов для трех вариантов распределения инвестиций

Table 7

GRP and Waste Growth Calculations for Three Investment Distribution Options

Инвестиции, млрд руб.	Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3		
	ΔМИ	ΔВРП, млрд руб.	ΔОТХ, млн т	ΔМИ	ΔВРП, млрд руб.	ΔОТХ, млн т	ΔМИ	ΔВРП, млрд руб.	ΔОТХ, млн т
4	1,952	7,808	0,283	1,964	7,856	0,003	2,008	8,032	0,005
3	2,001	6,002	0,415	1,856	5,568	0,001	1,964	5,892	0,002
3	1,890	5,671	0,177	1,847	5,541	0,003	1,977	5,930	0,007
Всего		19,481	0,875	–	18,965	0,007	–	19,854	0,014

Источник: составлено авторами.

Обсуждение полученных результатов

В результате сравнения полученных в таблице 6 итоговых величин прироста ВРП и объема отходов возникает вопрос: какой вариант отраслевого распределения инвестиций из трех в предложенных сценарных условиях является оптимальным для экономики Нижегородской области? Исходя из того, что первый вариант дает максимальный объем прироста отходов (0,875 млн т) и по приросту ВРП уступает третьему варианту (19,481 млрд р. против 19,854 млрд р.), он исключается из числа оптимальных. Выбор следует проводить между вторым и третьим вариантом распределения инвестиций. Результат этого выбора зависит от того, что приоритетно для развития региона в период принятия решения о распределении инвестиций: экологическая составляющая или экономический рост? С учетом того, что объем отходов, генерируемых вторым и третьим вариантом, по сравнению с данными первого варианта незначительно различается (0,007 млн т и 0,014 млн т против 0,875 млн т), мы рекомендуем в качестве оптимального третий вариант распределения инвестиций как генерирующий наибольший прирост ВРП (19,854 млрд р.).

Но если экологическая составляющая преобладает над экономическим развитием, то оптимальным в таком случае является второй вариант распределения инвестиций как генерирующий минимальный объем отходов (0,014 млн т). В любом случае генерируемый вторым и третьим вариантами объем отходов гораздо меньше объема, генерируемого первым вариантом распределения инвестиций, что и позволяет смягчить базовое экологическое противоречие — обеспечить мультипликативное стимулирование прироста ВРП при минимизации прироста объема генерируемых отходов.

Предложенный подход к смягчению базового экологического противоречия содержит некоторые упрощения. Это, например, указанное выше использование общефедеральных отраслевых величин отходов вместо региональных; упрощения, связанные с ограничением доступа к статистическим данным. Отметим и то, что для оптимального отраслевого распределения инвестиций могут присутствовать ресурсные ограничения, ограничения по необходимости осуществления инвестиционного развития приоритетных направлений региональной экономики.

Тем не менее, предложенный подход является базой, которая при ее практическом использовании может быть дополнена проверками на разнообразные ограничения и использованием более широкого массива региональных статистических данных. Также предложенный подход позволяет проводить факторный анализ вариантов отраслевого распределения инвестиций, где факторами будут являться:

- параметры мультипликативного процесса;
- объемы отходов, генерируемых отраслями;
- доли инвестиций в экономику региона

по отраслям их вложения.

Факторный анализ позволяет смягчать анализируемое в работе экологическое противоречие следующим образом. Если отрасль экономики, генерирующая небольшой объем отходов, обладает низким значением мультипликатора, это значение можно повысить, управляя значениями параметров, взаимодействие которых, как указано выше, составляет основу мультипликативного процесса.

Новизна представленного исследования заключается в том, что в нем, в отличие от других исследований, для смягчения базового экологического противоречия предлагается управлять величиной регионального мультипликатора.

Список источников

- Баранов, А. О., Гореев, А. В. (2024). Динамические мультипликаторы в экономике: результаты и интерпретация расчетов на примере России. *Проблемы прогнозирования*, (4(205)), 46–59. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-205-46-59>
- Боркова, Е. А., Голубятникова, М. В., Григорьян А. Н. (2024). Мультипликатор и инвестиции в современной России в контексте стимулирования экономического развития в условиях санкций. *Экономика и управление*, 30(6), 677–685. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-6-677-685>
- Горидько, Н. П., Нижегородцев, Р. М. (2018). Точки роста региональной экономики и регрессионная оценка отраслевых инвестиционных мультипликаторов. *Экономика региона*, 14(1), 29–42. <http://doi.org/10.17059/2018-1-3>
- Данилов-Данильян, В. И., Катцов, В. М., Порфирьев, Б. Н. (2023). Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Ситуация в России. *Вестник Российской академии наук*, 93(11), 1032–1046. <https://doi.org/10.31857/S0869587323110038>
- Демильханова, Б. А., Муртазалиева, А. Х. (2023). Эффекты мультипликатора и акселератора в экономике региона. *Экономика и управление: проблемы, решения*, 4(5(137)), 62–68. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.05.04.008>
- Караганов, С. А. (2024). Век войн? Статья первая. *Россия в глобальной политике*, 22(1(125)), 52–64. <https://doi.org/10.31278/1810-6439-2024-22-1-52-64>
- Ксенофонтов, М. Ю., Широков, А. А., Ползиков, Д. А., Янговский, А. А. (2018). Оценка мультипликативных эффектов в российской экономике на основе таблиц «затраты–выпуск». *Проблемы прогнозирования*, (2(167)), 3–13.
- Маркс, К. (1951). *Капитал. Критика политической экономии. Том 3*. Москва: Государственное издательство политической литературы, 927.
- Пономарев, Ю. Ю., Евдокимов, Д. Ю. (2021). Построение усеченных таблиц «затраты–выпуск» для регионов России с использованием коэффициентов локализации. *Проблемы прогнозирования*, (6(189)), 43–58. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-189-43-58>
- Степанова, Е. О. (2019). Расчет мультипликатора инвестиций для субъектов центрального федерального округа. *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия: Экономика*, (4(250)), 53–59.
- Стиглиц, Дж. (2020). *Люди, власть и прибыль. Прогрессивный капитализм в эпоху массового недовольства*. Москва: Альпина Паблишер, 430.
- Татаркин, Д. А., Сидорова, Е. Н., Трынов, А. В. (2015). Методические основы оценки мультипликативных эффектов от реализации общественно значимых инвестиционных проектов. *Вестник УрФУ. Серия экономика и управление*, 14(4), 574–587. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2015.14.4.033>
- Узяков, Р. М. (2024). Структурно-технологический мультипликатор как характеристика динамических свойств структуры экономики. *Проблемы прогнозирования*, (1(202)), 54–66. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-202-54-66>
- Хайек, Ф. А. (2025). *Дорога к рабству*. Москва: АСТ, 352.
- Arent, D., Wise, A., & Gelman, R. (2011). The status and prospects of renewable energy for combating global warming. *Energy Economics*, 33(4), 584–593. <http://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.11.003>
- Gore, A. (2009). *Our choice: a plan to solve the climate crisis*. Emmaus: Rodale Books, 416.
- Hassan, Q., Viktor, P., Al-Musawi, T., J., Mahmood Ali, B., Algburi, S., Alzoubi, H. M., Khudhair Al-Jiboory, A., Zuhair Sameen, A., Salman, H. M., & Jaszczur, M. (2024). The renewable energy role in the global energy transformations. *Renewable Energy Focus*, 48, 100545. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2024.100545>
- Krugman, P. (2008). *The return of depression economics and the crisis of 2008*. New York City: W. W. Norton, 224.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press, 280.
- Piketty, T. (2020). *Capital and ideology*. Harvard: Harvard University Press, 1104.
- Preuss, L. (2005). The green multiplier. In *The Green Multiplier: A Study of Environmental Protection and the Supply Chain* (pp. 47–66). London: Palgrave Macmillan.
- Resch, G., Held, A., Faber, T., Panzer, C., Toro, F., & Haas, R. (2008). Potentials and prospects for renewable energies at global scale. *Energy Policy*, 36, 4048–4056. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.06.029>

References

- Arent, D., Wise, A., & Gelman, R. (2011). The Status and Prospects of Renewable Energy for Combating Global Warming. *Energy Economics*, 33(4), 584–593. <http://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.11.003>
- Baranov, A. O., & Goreev, A. V. (2024). Dynamic Multipliers in Economics: Results and Interpretation of Calculations on the Example of Russia. *Problemy Prognozirovaniya [Studies on Russian Economic Development]*, (4(205)), 46–59. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-205-46-59> (In Russ.)
- Borkova, E. A., Golubyatnikova, M. V., & Grigoryan, A. N. (2024). Multiplier and Investment in Modern Russia in the Context of Stimulating Economic Development in the Context of Sanctions. *Ekonomika i Upravlenie [Economics and Management]*, 30(6), 677–685. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-6-677-685> (In Russ.)
- Danilov-Danilyan, V. I., Kattsov, V. M., & Porfiriev, B. N. (2023). Ecology and Climate: Where We Are Now and Where We Will Be in Two or Three Decades Situation in Russia. *Vestnik Rossiiskoi Akademii Nauk [Herald of the Russian Academy of Sciences]*, 93(11), 1032–1046. <https://doi.org/10.31857/S0869587323110038> (In Russ.)

- Demilkhanova, B. A., & Murtazaliev, A. Kh. (2023). Multiplier and Accelerator Effects in the Regional Economy. *Ekonomika i Upravlenie: Problemy, Resheniya [Economics and Management: Problems, Solutions]*, 4(5(137)), 62–68. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.05.04.008> (In Russ.)
- Gore, A. (2009). *Our Choice: A Plan to Solve the Climate Crisis*. Emmaus: Rodale Books, 416.
- Goridko, N. P., & Nizhegorodtsev, R. M. (2018). The Growth Points of Regional Economy and Regression Estimation for Branch Investment Multipliers. *Ekonomika Regiona [Economy of Regions]*, 14(1), 29–42. <http://doi.org/10.17059/2018-1-3> (In Russ.)
- Hassan, Q., Viktor, P., Al-Musawi, T. J., Mahmood Ali, B., Algburi, S., Alzoubi, H. M., Khudhair Al-Jiboory, A., Zuhair Sameen, A., Salman, H. M., & Jaszczur, M. (2024). The Renewable Energy Role in the Global Energy Transformations. *Renewable Energy Focus*, 48, 100545. <https://doi.org/10.1016/j.ref.2024.100545>
- Hayek, F. A. (2025). *Doroga k Rabstvu [The Road to Serfdom]*. Moscow: AST, 352.
- Karaganov, S. A. (2024). An Age of Wars? Article One. *Rossiya v Global'noi Politike [Russia in Global Affairs]*, 22(1(125)), 52–64. <https://doi.org/10.31278/1810-6439-2024-22-1-52-64> (In Russ.)
- Krugman, P. (2008). *The Return of Depression Economics and the Crisis of 2008*. New York City: W. W. Norton, 224.
- Ksenofontov, M. Y., Shirov, A. A., Polzikov, D. A. & Yantovskii A. A. (2018). Assessing Multiplier Effects in the Russian Economy: Input-Output Approach. *Problemy Prognozirovaniya [Studies on Russian Economic Development]*, (2(167)), 3–13. (In Russ.)
- Marx, K. (1951). *Kapital. Kritika Politicheskoi Ekonomii. Tom 3. [Capital: A Critique of Political Economy. Volume 3]*. Moscow: State Publishing House of Political Literature, 927. (In Russ.)
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge: Cambridge University Press, 280.
- Piketty, T. (2020). *Capital and Ideology*. Harvard: Harvard University Press, 1104.
- Ponomarev, Y. Y., & Evdokimov, D. Y. (2021). Construction of Truncated Input–Output Tables for Russian Regions Using Location Quotients. *Problemy Prognozirovaniya [Studies on Russian Economic Development]*, (6(189)), 43–58. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-189-43-58> (In Russ.)
- Preuss, L. (2005). The green multiplier. In *The Green Multiplier: A Study of Environmental Protection and the Supply Chain* (pp. 47–66). London: Palgrave Macmillan.
- Resch, G., Held, A., Faber, T., Panzer, C., Toro, F., & Haas, R. (2008). Potentials and Prospects for Renewable Energies at Global Scale. *Energy Policy*, 36, 4048–4056. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.06.029>.
- Stiglitz, J. (2020). *Lyudi, Vlast' i Pribyl'. Progressivnyi Kapitalizm v Epokhu Massovogo Nedovol'stva [People, Power, and Profits: Progressive Capitalism for an Age of Discontent]*. Moscow: Alpina Publisher, 430. (In Russ.)
- Stepanova, E. O. (2019). Calculation of The Investment Multiplier for the Subjects of the Central Federal District. *Vestnik Adygeiskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Ekonomika [The Bulletin of the Adyghe State University, Series "Economics"]*, (4(250)), 53–59. (In Russ.)
- Tatarkin, D. A., Sidorova, E. N. & Trynov, A. V. (2015). Methodical Bases of Estimation Multiplicative Effect of the Realization of Socially Significant Investment Projects. *Vestnik Urfu. Seriya: Ekonomika i Upravlenie [Journal of Applied Economic Research]*, 14(4), 574–587. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2015.14.4.033> (In Russ.)
- Uzyakov, R. M. (2024). A Structural-Technological Multiplier as a Characteristic of the Dynamic Properties of the Economic Structure. *Problemy Prognozirovaniya [Studies on Russian Economic Development]*, (1(202)), 54–66. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-202-54-66> (In Russ.)

Информация об авторах

Еремин Владимир Владимирович — доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник, Институт экономической политики и проблем экономической безопасности, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации; Scopus Author ID: 57206891317; <https://orcid.org/0000-0002-2144-3543> (Российская Федерация, 125009, г. Москва, ул. Тверская, 22Б, стр. 3; e-mail: villy9@rambler.ru).

Сильвестров Сергей Николаевич — доктор экономических наук, профессор, заслуженный экономист РФ, директор, Институт экономической политики и проблем экономической безопасности, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации; Scopus Author ID: 56613146700; <https://orcid.org/0000-0002-7678-1283> (Российская Федерация, г. Москва, ул. Тверская, 22Б, стр. 3; e-mail: fm.fa@yandex.ru).

About the authors

Vladimir V. Eremin — Dr. Sci. (Econ.), Leading Researcher, Institute of Economic Policy and Economic Security Problems, Financial University under the Government of the Russian Federation; Scopus Author ID: 57206891317; <https://orcid.org/0000-0002-2144-3543> (22B/3, Tverskaya St., Moscow, 125009, Russian Federation; e-mail: villy9@rambler.ru).

Sergey N. Silvestrov — Dr. Sci. (Econ.), Professor, Honoured Economist of the Russian Federation, Director, Institute of Economic Policy and Economic Security Problems, Financial University under the Government of the Russian Federation; Scopus Author ID: 56613146700; <https://orcid.org/0000-0002-7678-1283> (22B/3, Tverskaya St., Moscow, 125009, Russian Federation; e-mail: fm.fa@yandex.ru).

Использование средств ИИ

Авторы заявляют о том, что при написании этой статьи не применялись средства генеративного искусственного интеллекта.

Use of AI tools declaration

All authors declare that they have not used Artificial Intelligence (AI) tools for the creation of this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interest.

Дата поступления рукописи: 25.06.2025.

Прошла рецензирование: 02.09.2025.

Принято решение о публикации: 25.12.2025.

Received: 25 Jun 2025.

Reviewed: 02 Sep 2025.

Accepted: 25 Dec 2025.