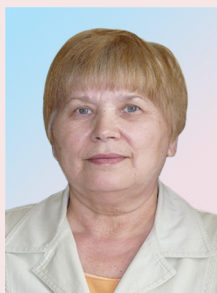


## Выявление эффекта декарплинга в основных отраслях экономики Республики Коми



**Валентина Фёдоровна  
ФОМИНА**

Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера  
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН  
Сыктывкар, Российская Федерация  
e-mail: fominavf50@gmail.com  
ORCID: 0000-0003-0010-3723; ResearcherID: ABD-1632-2021

**Аннотация.** Концепция декарплинга в настоящее время признана стратегической основой движения к экологически устойчивой экономике, что подтверждает обзор публикаций, в которых обсуждается возможность достижения императивного разграничения экономической деятельности, благосостояния и использования ресурсов. В связи с этим актуальность проблемы, касающейся обеспечения устойчивого эколого-экономического развития региона, возрастает, что определило цель работы – получение доказательной базы реального достижения эффекта декарплинга в основных отраслях экономики (добывающая, обрабатывающая, энергетическая). С этой целью для оценки взаимосвязи экономической деятельности и воздействия на окружающую среду на отраслевом уровне адаптирована модель декарплинга Tarjō, известная как «The Decoupling Diamond» («Алмаз развязки»), рассматривающая восемь состояний декарплинга в зависимости от темпов экономического роста, потребления ресурсов или загрязняющего воздействия на окружающую среду и величины коэффициента эластичности, представляющего отношение прироста этих показателей. Определение состояния декарплинга в каждой из отраслей включает расчет темпов изменения валовой добавленной стоимости (в сопоставимых ценах) и экологических индикаторов: забор воды, сброс загрязненных сточных вод, выброс загрязняющих веществ в атмосферу, образование отходов производства в период 2010–2019 гг. Получены результаты, указывающие, что темпы изменения валовой добавленной стоимости и потребления природных ресурсов, негативного воздействия на окружающую среду либо связаны, либо

**Для цитирования:** Фомина В.Ф. (2022). Выявление эффекта декарплинга в основных отраслях экономики Республики Коми // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. Т. 15. № 1. С. 176–193. DOI: 10.15838/esc.2022.1.79.9

**For citation:** Fomina V.F. (2022). Identifying the effect of decoupling in major economic sectors of the Komi Republic. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 15(1), 176–193. DOI: 10.15838/esc.2022.1.79.9

разделены, либо отрицательно разделены. Для всех исследованных отраслей установлен слабый негативный декарпинг по сбросу загрязненных сточных вод, для энергетической отрасли – слабый декарпинг по образованию отходов производства. Выявлена тенденция к снижению текущих и инвестиционных природоохранных затрат в добывающей и обрабатывающей отраслях, а также к росту доли платежей за сверхнормативное негативное воздействие на окружающую среду и к снижению инновационной активности. Результаты исследования свидетельствуют о необходимости повышения экономической результативности базовых отраслей промышленности, усиления их природоохранной деятельности и могут быть востребованы в сфере регулирования эколого-экономических отношений.

**Ключевые слова:** модель декарпинга, отрасли экономики, темпы экономического роста, воздействие на окружающую среду, природоохранные затраты, Республика Коми.

### Благодарность

Работа выполнена по теме НИР «Устойчивое ресурсопользование северного региона: факторы и модели» (№ государственного учета 121021 800128–8).

### Введение

Актуальность ресурсной эффективности и снижения негативного воздействия на окружающую среду обозначена в ряде документов, разработанных ведущей всемирной природоохранной организацией ЮНЕП (Программа ООН по окружающей среде) и направленных на выполнение целей устойчивого развития в соответствии с «Повесткой дня – 2030»<sup>1</sup>. На второй сессии Ассамблеи ООН по окружающей среде (23–27 мая 2016 г.)<sup>2</sup> государства признали, что для перехода к устойчивому развитию в мировом масштабе необходимо коренным образом изменить сложившиеся в странах модели потребления и производства.

Международными экспертами при сравнении сценариев развития возможного будущего в «Прогнозной оценке мирового ресурсного потенциала – 2019» и ряде других работ показаны преимущества распространения моделей устойчивого потребления и производства (IRP, 2017; IRP, 2019; IRP, 2020). Следует подчеркнуть, что в рассмотренных выше публикациях по устой-

чивому развитию разграничение экономической деятельности и благосостояния человечества, с одной стороны, и использования ресурсов и повышения их эффективности, с другой, является ключевым моментом, исходящим из концепции декарпинга (IRP, 2017). Сущность концепции декарпинга, признанной в настоящее время стратегической основой движения к экологически устойчивой экономике, визуализирована на *рисунке 1*.

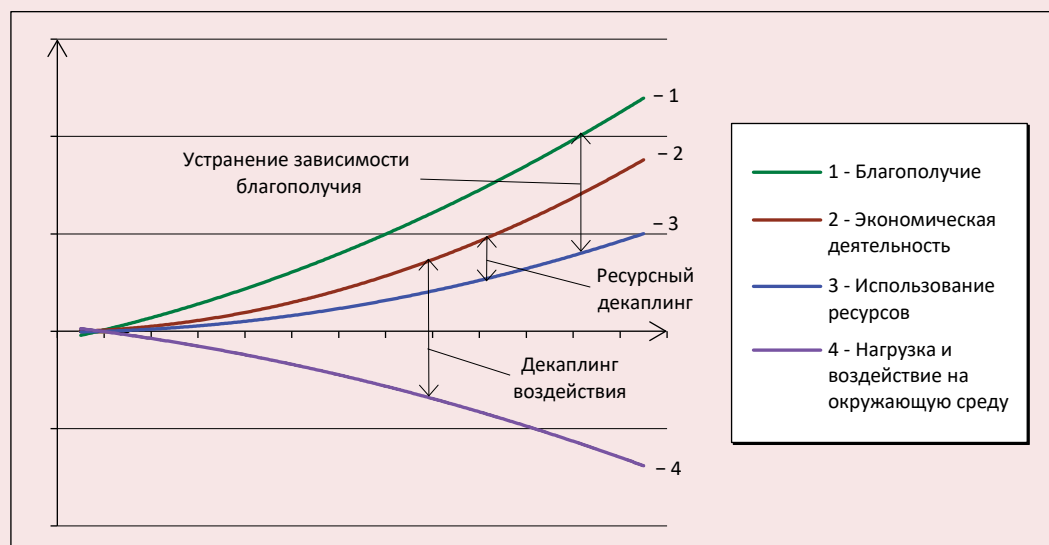
Эта концептуальная модель указывает на идеальную цель, когда экономический рост и благосостояние людей будут повышаться одновременно с замедлением темпов использования ресурсов и деградации окружающей среды до уровней, совместимых с планетарными границами, что и обеспечивает устойчивое использование ресурсов и их сохранение для будущих поколений. Заметим, что теоретические основы декарпинга строятся на предположении роста экономики, другие варианты развития ситуации не рассматриваются. В связи с этим некоторая неопределенность и нечеткость понятия «устойчивое» дает основание для существования различных точек зрения и интерпретаций относительно декарпинга в исследовательских работах.

Так, авторы (Wiedmann et al., 2020) признают, что человечеству необходимо переоценить роль экономик, ориентированных на рост и стремление к изобилию. Они отмечают, что за последние несколько десятилетий (1970–2017 гг.) благодаря мировому

<sup>1</sup> Цели устойчивого развития, принятые на Генеральной Ассамблее ООН 25 сентября 2015 г. в рамках Резолюции 70/1 «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года».

<sup>2</sup> Отчет о работе второй сессии Ассамблеи Организации Объединенных Наций по окружающей среде (2016). Резолюция 2/8 «Устойчивые модели потребления и производства». Найроби, 23–27 мая. С. 51–53. URL: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11192/K1608498-Res-19%20RU.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Рис. 1. Сущность концепции декаплинга



Источник: составлено автором на основе данных (IRP, 2017).

росту благосостояния использование ресурсов и выбросы загрязняющих веществ постоянно увеличивались более высокими темпами, чем сокращались за счет более совершенных технологий. Убедительные доводы против продолжения экономического роста в развитых странах приводятся в книге британского ученого Т. Джексона «Прцветание без роста: основы экономики будущего», выпущенной в 2009 году и переизданной в 2017 году (Джексон, 2017). Сторонником «Degrowth» является Т. Паррик<sup>3</sup>, изучавший экономические последствия идей замедления роста и пост-роста (Parrique et al., 2019). Исследователи (Eisenmenger et al., 2020) отмечают, что возникший в последние десятилетия вопрос «Является ли экономический рост экологически устойчивым?» остается спорным. Критический анализ целей устойчивого развития (Ward et al., 2016) привел к выводу, что ход их выполнения к 2030 году не обеспечит устойчивости социальных структур и сокращения использования ресурсов в соот-

ветствии с планетарными границами, что и подтверждается текущими событиями, связанными с европейским газовым кризисом.

В ходе анализа опубликованных материалов по рассматриваемой тематике выявлено, что весомая часть научных работ акцентирует внимание на изучении эффекта декаплинга и его измерении. Преобладают исследования зарубежных авторов, которые фокусируются на анализе взаимосвязи между экономическим ростом и количеством выбросов, чаще всего парниковых газов и CO<sub>2</sub>, на национальном уровне. Из них наибольший интерес вызывают исследования обзорного характера, выполненные с целью представления доказательной базы реального достижения эффекта декаплинга. Так, в работе финских ученых (Wiedenhofer et al., 2020) на основе категоризации по видам разделения проанализировано 179 статей, опубликованных в период с 1990 по 2019 год, в которых разделение обсуждается в различных географических масштабах (от регионального, национального до глобального). Авторы отмечают, что случаи абсолютного разделения использования земли и природных вод от ВВП в масштабах всей экономики не подтверждаются ни на национальном, ни на международном уровне.

<sup>3</sup> В 2020 году защитил докторскую диссертацию «Политическая экономия замедления роста» (Университет Клермон-Овернь, Франция; Стокгольмский университет, Стокгольмский центр устойчивости, Швеция).

Представляет интерес систематический обзор, в котором проанализировано 835 эмпирических исследований (за 1976–2019 гг.), связанных с конечной/полезной энергией, эксергией, использованием материальных ресурсов, а также CO<sub>2</sub> и общим объемом выбросов парниковых газов. Авторы пришли к выводу, что примеры абсолютной долгосрочной развязки редки, и заявляют о необходимости дополнительных исследований взаимосвязей между благополучием, ресурсами и выбросами (Haberl et al., 2020; Vadén et al., 2020). В контексте политики устойчивого использования ресурсов значительное место занимает учет материальных потоков, их продуктивность (производительность труда, материалов и энергии) (Bleischwitz, 2010). Отмечается, что общая тенденция, производительность материалов в Европе улучшилась – экономика создает больше стоимости (по ВВП) на тонну используемых ресурсов, но уровень этого показателя по странам ЕС-27 различается в 17 раз<sup>4</sup>. В то же время сотрудники научно-исследовательского института устойчивого развития Европы (SERI), анализируя взаимодействие ресурсов и производительности труда, указывают, что производительность труда выросла сильнее, чем производительность ресурсов, тем не менее, важно учитывать их роль в экономическом росте (Stocker et al., 2015). Анализ мировых тенденций в использовании материалов по отношению к развитию мирового ВВП свидетельствует, что относительное разделение было нормой на протяжении всего двадцатого века. Но с 2002 года продуктивность материалов начала снижаться в среднем на 1,3% в год из-за быстрого расширения добычи материалов во многих регионах мира. Темпы роста добычи превышают общемировые ВВП, что привело к отсутствию разделения (Krausmann et al., 2017).

Исследования по данной теме в России немногочисленны (Бобылев и др., 2019). В работах российских ученых большое внимание уделяется анализу взаимосвязи трендов экономического развития, потребления ресурсов

и загрязнения окружающей среды на уровне региона (Третьякова, 2019; Шкиперова, 2014; Кожевников, Лебедева, 2019) или отдельных отраслей промышленности (Акулов, 2014; Яшалова, 2014; Забелина, 2019).

Оценка экологических последствий экономического развития регионов Северо-Западного федерального округа (СЗФО) России показывает, что экономический рост регионов СЗФО является «зеленым» только в отношении использования водных ресурсов (Третьякова, 2019). Из анализа взаимосвязи экономического роста и качества окружающей среды в Республике Карелии следует, что эффект декарбонизации проявляется только по отношению к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников (Шкиперова, 2014). Одна из основных проблем, препятствующих эколого-экономическому развитию и появлению устойчивого эффекта декарбонизации в регионах Европейского Севера России, – высокая энергоемкость и природоёмкость региональной экономики (Кожевников, Лебедева, 2019). В работе (Акулов, 2014) исследовано влияние угольной промышленности на окружающую среду в регионе индустриального типа (Кемеровская область) в период динамичного роста отрасли, показано отсутствие эффекта декарбонизации. В противоположность этому анализ уровней природоёмкости и воздействия на окружающую среду основных отраслей в Вологодской области свидетельствует, что в период 2000–2012 гг. интенсивность загрязняющего воздействия снизилась при росте валового регионального продукта (Яшалова, 2014). В ходе анализа негативного воздействия на окружающую среду и потребления ресурсов в приграничных регионах Востока РФ и субъектах Байкальского региона зафиксирована неоднородность проявления эффекта декарбонизации по всем видам экономической деятельности (Забелина, 2019).

В монографии (Бобылев и др., 2019) авторы выявили рассогласование тенденций экономического развития и некоторых видов экологической нагрузки (использование воды, сброс сточных вод, загрязнение воздуха диоксидом серы и твердыми частицами) в России и ее федеральных округах в период 2000–2014 гг. Эффект декарбонизации наблюдается по выбросу

<sup>4</sup> По данным (Bleischwitz, 2010), самые высокие показатели в Великобритании, Франции, Мальте, Италии, Бельгии, Люксембурге, Германии, Швеции и самые низкие – в таких странах, как Болгария, Румыния, Эстония, Чехия и др.

загрязнений в атмосферный воздух и использованию воды в целом по экономике России и в большинстве субъектов. В то же время по оценке ЭКК (экологическая кривая Кузнеца) на нисходящем участке находятся только семь регионов<sup>5</sup>. В связи с этим остается вопрос, существует ли в них эффект декаплинга на отраслевом уровне.

Таким образом, в силу неоднородности российских регионов по уровню эколого-экономического развития и отсутствия исчерпывающих доказательств проявления устойчивого эффекта декаплинга на отраслевом уровне конкретного региона оценка характера взаимосвязи экономической деятельности, использования ресурсов и воздействия на окружающую среду базовых отраслей экономики северного региона становится актуальной задачей. Цель исследования состоит в выявлении эффекта декаплинга в базовых отраслях (добывающей, обрабатывающей и энергетической) Республики Коми (РК). Исходя из этого исследование предполагает формирование базы данных экономической и экологической результативности основных отраслей, декаплинг-анализ с помощью модифицированной модели Tapio, учитывающей темпы изменения экономического роста и интенсивности использования ресурсов и воздействия на окружающую среду, их сопоставление, визуализацию и обобщение выводов. Новизна работы обусловлена получением актуальных для региона результатов исследования характера взаимосвязи экономических и экологических факторов в разрезе отраслей промышленности с применением модели декаплинга.

#### Материалы и методы

Работа проводилась в соответствии с аналитической моделью DPSIR (Drivers-Pressures-State-Impact-Response)<sup>6</sup>, интегрированной в процесс подготовки материалов государственного доклада «Состояние окружающей природной среды в Российской Федерации»<sup>7</sup>.

<sup>5</sup> Московская обл., г. Москва, г. Санкт-Петербург; Республика Коми, Тюменская обл., Республика Саха (Якутия) и Сахалинская обл.

<sup>6</sup> Движущие силы – Нагрузка – Состояние – Последствия – Ответные меры.

<sup>7</sup> Согласно Постановлению Правительства РФ от 24.09.2012 № 966 (ред. от 10.09.2014) «О подготовке и распространении ежегодного государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды».

В качестве движущих сил (Drivers) приняты следующие виды экономической деятельности, связанные с использованием природных ресурсов в республике: добыча полезных ископаемых (уголь, нефть, газ), обрабатывающие производства, производство и распределение электрической энергии, газа и воды. Эмпирическую основу исследования составили отраслевые показатели базы данных Комистата<sup>8</sup>, государственные доклады о состоянии окружающей среды в Республике Коми за 2010–2020 годы.

Из обзора литературных источников следует, что для выявления эффекта декаплинга наиболее широко применяется метод, предложенный ОЭСР<sup>9</sup> на основе модели DPSIR, в соответствии с которым оценивается соотношение экологических и экономических показателей:  $Df = 1 - (EP/DF)_t / (EP/DF)_o$ , где  $Df$  – коэффициент декаплинга,  $EP$  – экологическое давление,  $DF$  – движущая сила (ВВП, ВДС),  $o, t$  – индексы, обозначающие период времени. Метод ограничивается оценкой двух состояний декаплинга (абсолютный и относительный).

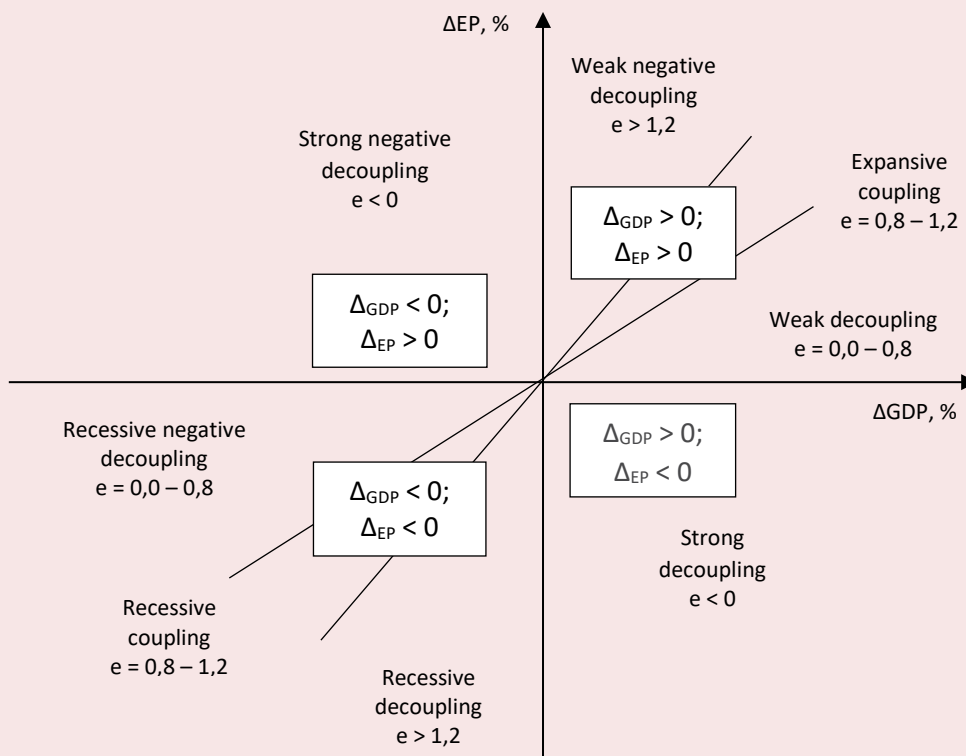
Метод получил развитие в работах J. Vehmas, где модель декаплинга описывала шесть состояний (Vehmas et al., 2003). Впоследствии данная модель была модифицирована P. Tapio и включала восемь состояний декаплинга в зависимости от темпов роста потребления ресурсов или давления на окружающую среду ( $\Delta EP$ , %), экономического роста ( $\Delta GDP$ , %) и величины коэффициента эластичности, определяемого отношением:  $e = \Delta EP / \Delta GDP$  (Tapio, 2005). В последующем в модель внесены некоторые поправки, она получила название «The Decoupling Diamond» («Алмаз развязки») (Finel, Tapio, 2012).

Адаптируя модель «The Decoupling Diamond» к оценке взаимосвязи экономической деятельности и воздействия на окружающую среду на отраслевом уровне, отметим, что

<sup>8</sup> Национальные счета по Республике Коми и России (2020): стат. сб. / Комистат. Сыктывкар. 107 с.; Статистический ежегодник Республики Коми (2016): стат. сб. / Комистат. Сыктывкар. 391 с.; Промышленное производство в Республике Коми: стат. сб. / Комистат. Сыктывкар (2013–2020 гг.)

<sup>9</sup> Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth (2002). Paris: OECD; Environmental Indicators-Development, Measurement and Use (2003). Paris: OECD.

Рис. 2. Состояние декарплинга по модели Tapio «The Decoupling Diamond»



Составлено по: (Finel, Tapio, 2012).

темпы изменения загрязняющего воздействия  $\Delta EP$  и валовой добавленной стоимости  $\Delta ВДС$  могут быть либо связаны (Expansive coupling и Recessive coupling), либо разделены (Strong decoupling, Weak decoupling, Recessive decoupling), либо отрицательно разделены (Strong negative decoupling, Weak negative decoupling, Recessive negative decoupling)<sup>10</sup> (рис. 2).

Оценка эффекта декарплинга предусматривает перевод данных экономической результативности (ВДС) к сопоставимым ценам на основе индекса физического объема продукции по каждой отрасли. На следующем этапе определяются темпы изменения экономического роста ( $ВДС_i / ВДС_{i-1}$ , %) и экологических показателей ( $EP_i / EP_{i-1}$ , % – забор воды, сброс загрязненных сточных вод, выброс ЗВ в атмо-

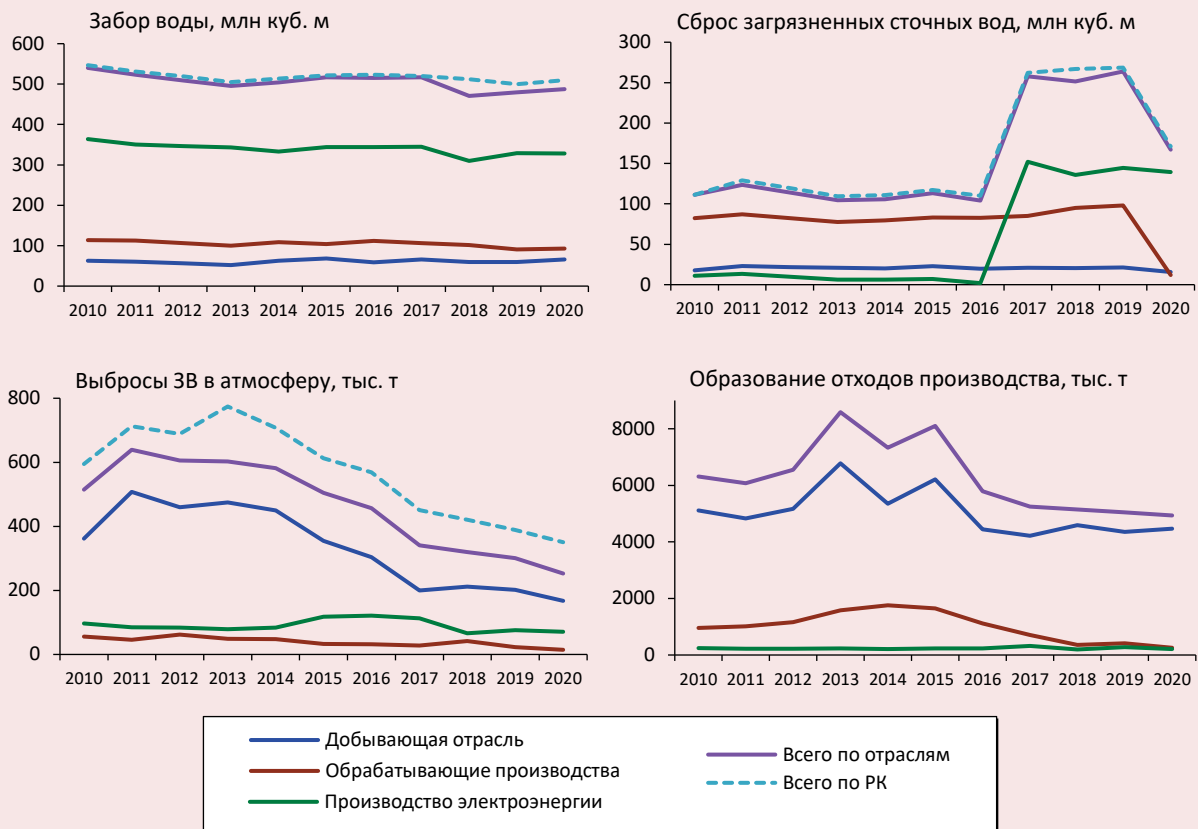
сферу, образование отходов) в соответствующий период времени ( $t_{i-1} - t_i$ ). Далее вычисляется величина прироста рассматриваемых показателей  $\Delta ВДС_i$ , % и  $\Delta EP_i$ , % и рассчитывается коэффициент эластичности декарплинга как отношение изменений этих показателей в виде:  $K_{\Delta} = (\Delta EP_i, \%) / (\Delta ВДС_i, \%)$ . Полученные результаты по каждой отрасли визуализируем подбором оптимальных диаграмм, на которые опираемся в проведении декарплинг-анализа.

#### Результаты исследования

В ходе анализа статистических данных (2010–2019 гг.) в разрезе видов экономической деятельности выявлено, что негативное влияние на окружающую среду оказывают в основном добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, производство и распределение электрической энергии, газа и воды. Приведенные на рисунке 3 диаграммы дают представление об уровне воздействия этих отраслей на окружающую среду за последнее десятилетие.

<sup>10</sup> Expansive, Recessive coupling – экспансивная, рецессивная связь; Strong, Weak, Recessive decoupling – сильная, слабая, рецессивная развязка; Strong, Weak, Recessive negative decoupling – сильная, слабая, рецессивная отрицательная развязка.

Рис. 3. Динамика основных экологических показателей, обусловленная деятельностью промышленных предприятий в период 2010–2020 гг. (Республика Коми)



Источник: составлено автором по данным Комистата.

По данным рисунка 3, в 2020 году доля промышленности в заборе свежей воды составляет 96% (из них 64% – вклад электроэнергетики), сбросе загрязненных сточных вод – 98% (доля электроэнергетики – 82%), выбросе загрязняющих веществ в атмосферу – 72% (в том числе 48% – добыча, 20% – производство электроэнергии), образовании отходов – 98% (из них 91% – добыча).

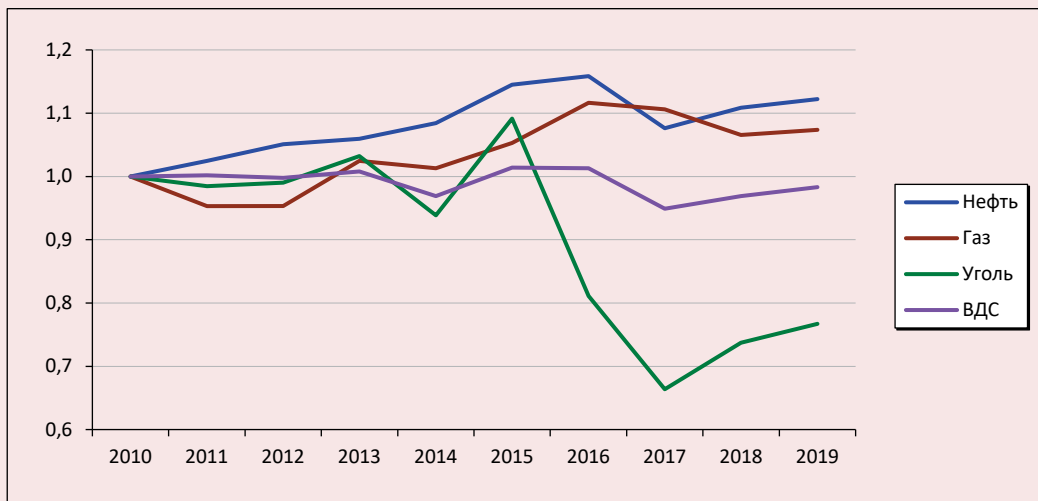
Для добывающей отрасли рассматриваемый период характеризуется ростом объемов добычи нефти (12%), газа (7%) и снижением – угля (23%). Экономическая результативность, оцениваемая по величине валовой добавленной стоимости (ВДС) в сопоставимых ценах, снизилась до 98,3%, что связано с нестабильной деятельностью угольных предприятий (рис. 4).

Изменение темпов экономической активности отрасли отражается на характере при-

родопользования. Детерминанты этой взаимосвязи представлены в таблице 1: Δ забор свежей воды – выявление ресурсного декаплинга; Δ сброс загрязненных сточных вод, Δ выброс ЗВ в атмосферу, Δ образование отходов – для фиксирования декаплинга воздействия на окружающую среду. Для визуализации характера взаимосвязи использована точечная диаграмма (рис. 5).

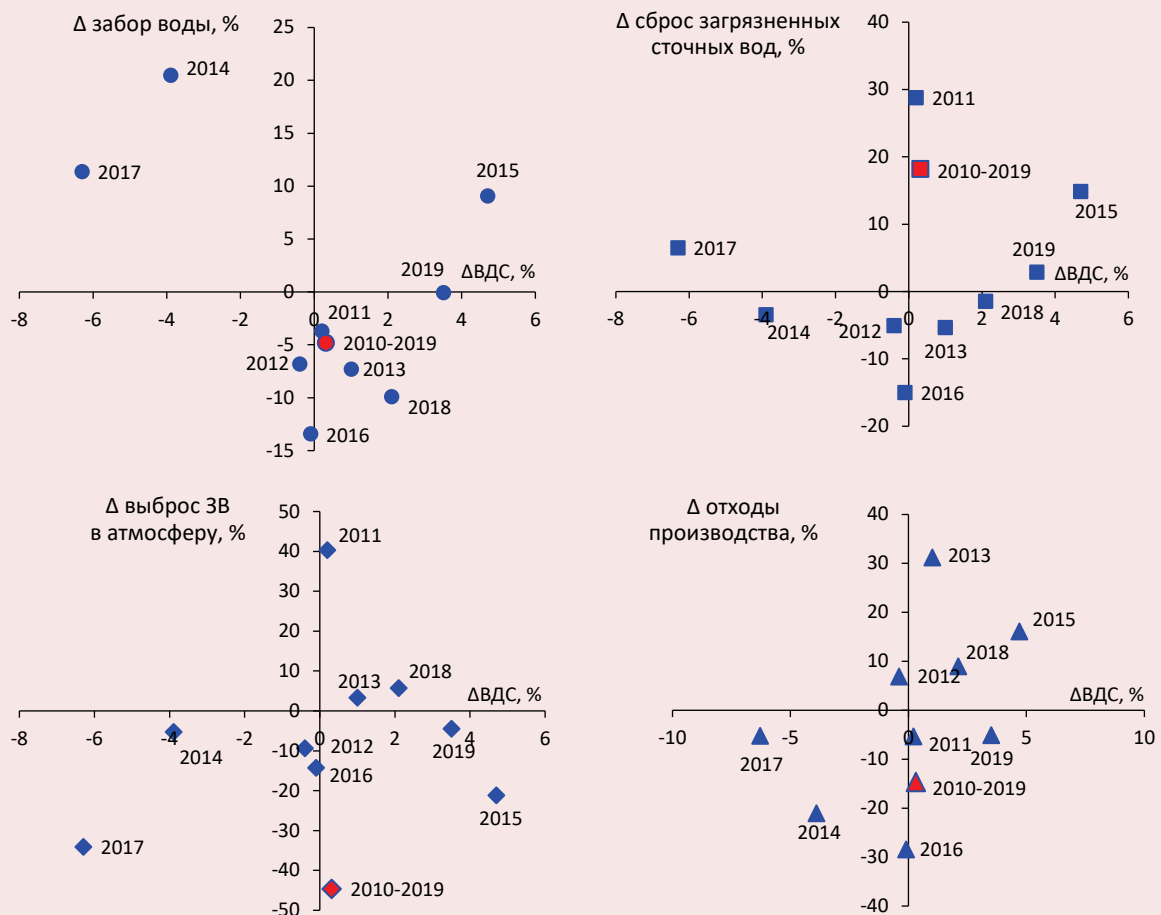
Расчет коэффициента эластичности декаплинга ( $K_{\Delta}$ ) по забору свежей воды показывает, что сильная развязка (Strong decoupling) имеет место в случае прироста ВДС и снижения объема забора воды при отрицательном значении  $K_{\Delta}$  в 2011, 2013, 2018 и 2019 гг. (см. табл. 1). На точечной диаграмме в осях «Δ забор воды – ΔВДС» эти годы расположены в IV четверти координатной плоскости (– +) (см. рис. 5).

Рис. 4. Экономическая результативность добывающей отрасли в период 2010–2019 гг. (Республика Коми)



Источник: составлено автором по данным Комистата.

Рис. 5. Характер взаимосвязи темпов экономического роста и нагрузки на окружающую среду в добывающей отрасли в период 2010–2019 гг. (Республика Коми)



Источник: выполнено по расчетным данным таблицы 1.



Таблица 1. Коэффициент эластичности декаплинга (Кэ) и типы развязки в добывающей отрасли в период 2010–2019 гг. (Республика Коми)

	ΔВДС, %	Забор свежей воды			Сброс загрязненных сточных вод			Выброс ЗВ в атмосферу			Образование отходов производства		
		Δ забор воды, %	К э	Тип развязки	Δ сброс, %	К э	Тип развязки	Δ выброс, %	К э	Тип развязки	Δ отходы, %	К э	Тип развязки
2011	0,2	-3,7	-18,4	Str.dec.	28,8	144,0	W.neg. dec.	40,3	201,5	W.neg. dec.	-5,36	-26,78	Str.dec.
2012	-0,4	-6,8	16,9	Rec.dec.	-5,0	12,5	Rec.dec.	-9,4	23,6	Rec.dec.	6,87	-17,18	Str.neg. dec.
2013	1	-7,3	-7,3	Str.dec.	-5,3	-5,3	Str.dec.	3,3	3,3	W.neg. dec.	31,22	31,22	W.neg. dec.
2014	-3,9	20,5	-5,3	Str.neg. dec.	-3,4	0,9	Rec.cou.	-5,3	1,36	Rec.dec.	-21,03	5,39	Rec. dec.
2015	4,7	9,1	1,9	W.neg. dec.	14,9	3,2	W.neg. dec.	-21,2	-4,51	Str.dec.	16,11	3,43	W.neg. dec.
2016	-0,1	-13,4	134	Rec.dec.	-15,0	150,0	Rec.dec.	-14,3	143,1	Rec. dec.	-28,44	284,4	Rec.dec.
2017	-6,3	11,4	-1,8	Str.neg. dec.	6,5	-1,0	Str.neg. dec.	-34,1	5,41	Rec.dec.	-5,22	0,83	Rec.cou.
2018	2,1	-9,9	-4,7	Str.dec.	-1,4	-0,7	Str.dec.	5,7	2,71	W.neg. dec.	8,93	4,25	W.neg. dec.
2019	3,5	-0,05	-0,01	Str.dec.	2,9	0,83	Exp.cou.	-4,5	-1,3	Str.dec.	-5,11	-1,46	Str.dec.
2010 2019	0,32	-4,82	-15,1	Str.dec.	18,2	56,7	W.neg. dec.	-44,7	-138	Str.dec.	-14,7	-46,0	Str.dec.

Примечание: Str.dec. – Strong decoupling (сильное разделение); Str.neg.dec. – Strong negative decoupling (сильное негативное разделение); W.dec. – Weak decoupling (слабое разделение); W.neg.dec. – Weak negative decoupling (слабое негативное разделение); Exp.cou. – Expansive coupling (экспансивная связь); Rec.dec. – Recessive decoupling (рецессивное разделение); Rec.neg.dec. – Recessive negative decoupling (рецессивное негативное разделение); Rec.cou. – Recessive coupling (рецессивная связь).

Источник: рассчитано автором по данным Комистата.

При отрицательном значении  $\Delta$ ВДС, увеличении  $\Delta$  забора воды и  $K_{\text{э}} < 0$  в 2014 и 2017 гг. сильное разделение несет негативный характер (Str.neg.dec.). На точечной диаграмме эти годы находятся во II четверти (+ -). Расчетные показатели 2015 года положительны, величина коэффициента  $K_{\text{э}} > 1,2$ , что обуславливает слабый негативный декаплинг (W.neg.dec.) с расположением маркера года в I четверти диаграммы (+ +). Проявление рецессивного декаплинга (Rec.dec.) в 2012 и 2016 гг. определено снижением как экономического роста, так и забора воды, величиной  $K_{\text{э}} > 1,2$ . Точки расположены в III четверти (- -).

В целом ресурсный декаплинг по забору воды в период 2010–2019 гг. относительно базового 2010 года имеет характер сильного разделения (Str.dec.), обусловленного показателями:  $\Delta$ ВДС  $> 0$ ,  $\Delta$  забора воды  $< 0$ ,  $K_{\text{э}} < 0$ . На точечной диаграмме «забор воды» расчетная точка «2010–2019» в виде маркера красного цвета расположена в зоне сильного разрыва связи экономического роста и забора воды, в IV четверти (- +).

Расчетные данные воздействия на окружающую среду по сбросу загрязненных сточных вод (см. табл. 1, рис. 5) показывают, что в 2014 году прирост  $\Delta$ ВДС в минусе и близок к темпу снижения сброса загрязненных сточных вод,  $K_{\text{э}} = 0,9$ , что обуславливает рецессивную связь (Rec.coi.). В 2019 году при положительных приростах этих показателей и  $K_{\text{э}} = 0,8$  связь их становится экспансивной (Exp.coi.). Сильное разделение (Str.dec.) отмечается в 2013 и 2018 гг., когда  $\Delta$ ВДС равно, соответственно, 1,0 и 2,1% и  $\Delta$  сброса загрязненных сточных вод – соответственно -5,3 и -1,4% ( $K_{\text{э}} < 0$ ). Период 2010–2019 гг. в целом характеризуется положительными значениями  $\Delta$ ВДС  $> 0$ ,  $\Delta$  сброса загрязненных сточных вод  $> 0$ , коэффициент  $K_{\text{э}} > 1,2$ . Согласно этому точка «2010–2019» (маркер красного цвета) расположена в верхней части I четверти диаграммы, что отвечает слабому негативному состоянию декаплинга (W.neg.dec.).

Расчет коэффициента эластичности декаплинга по выбросу ЗВ в атмосферу показал, что в 2015 и 2019 гг. были достигнуты наилучшие эколого-экономические результаты, характеризующиеся сильным разделением (Str.dec.). В дру-

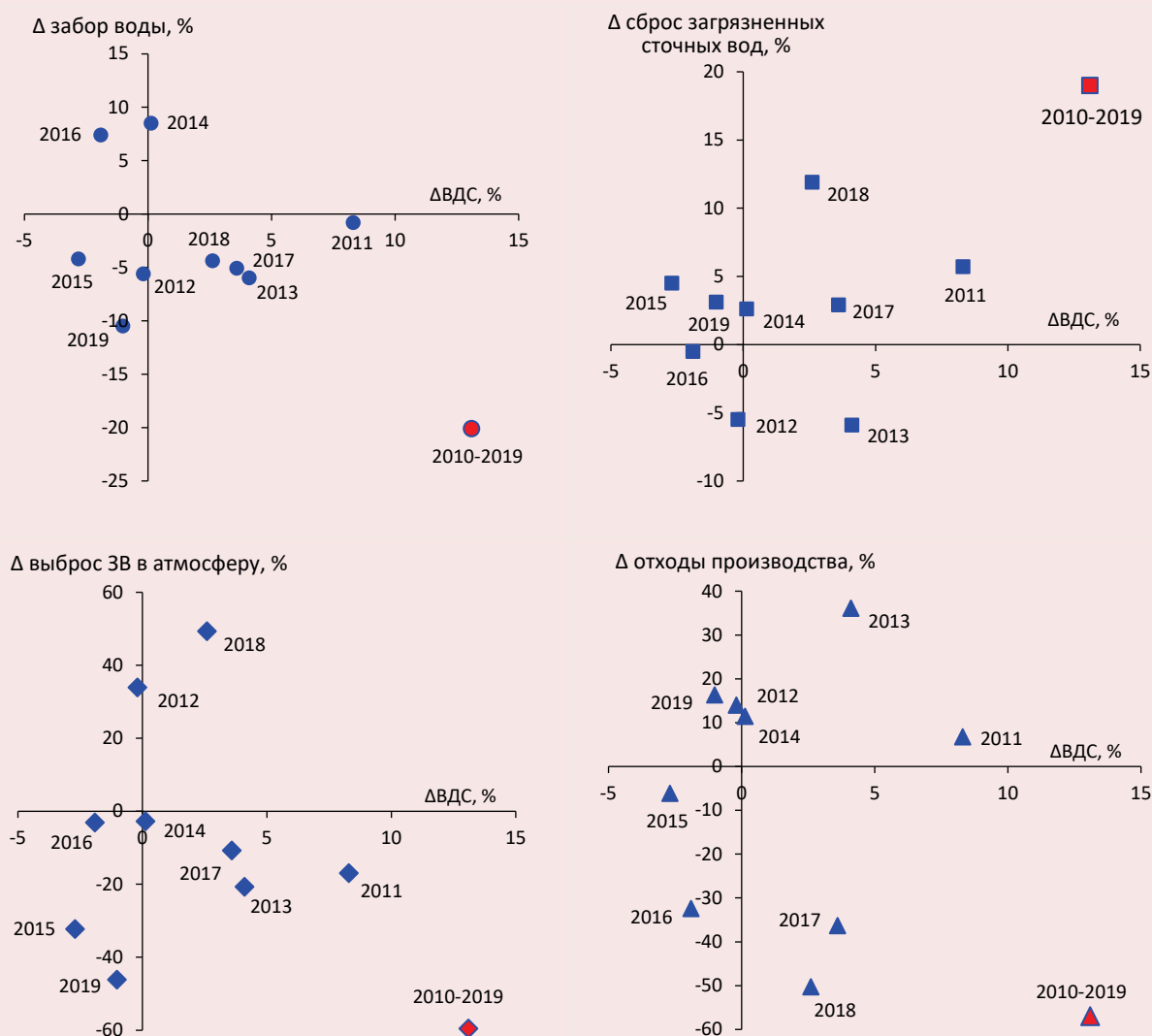
гие годы видим чередование слабого негативно-го декаплинга, обусловленного ростом выброса (2011, 2013, 2018 гг.), с рецессивным декаплингом, вызванным экономическим спадом (2012, 2014, 2016, 2017 гг.). Оценивая в целом исследуемый период 2010–2019 гг., можно заключить, что на отраслевом уровне существует сильное отделение экономического роста от выбросов ЗВ в атмосферу (Str.dec.). На диаграмме точка «2010–2019» расположена в IV четверти (маркер красного цвета).

Состояние декаплинга по образованию отходов производства, аналогично другим показателям воздействия на окружающую среду в отрасли, имеет переменный характер, от сильного разделения в 2011 и 2019 гг. до рецессионной связи в 2017 году. В целом период 2010–2019 гг. характеризуется сильным декаплингом в результате значительного снижения образования отходов (14,7%).

**Обрабатывающая отрасль.** Вклад отрасли в формирование валового регионального продукта составляет около 10–11%. По величине валовой добавленной стоимости наиболее значимыми производствами отрасли являются обработка древесины и производство изделий из дерева (доля ВДС 15–16%), производство бумаги (30–33%), нефтепродуктов (30–55%), химических продуктов (2%). Рассматривая динамику основных видов воздействия на окружающую среду, следует отметить, что объем водозабора обрабатывающей отрасли в 1,4 раза больше, чем добывающих предприятий, и в 3,5 раза меньше объемов забора свежей воды в электроэнергетике (см. рис. 3). За период 2010–2020 гг. доля отрасли в водозаборе РК снизилась с 21 до 18% за счет роста использования оборотных вод. Расчет коэффициента эластичности декаплинга ( $K_{\text{э}}$ ) для показателей обрабатывающей отрасли выполнен по аналогии с таблицей 1, но с целью сокращения объема результаты представлены только в виде точечных диаграмм на рисунке 6.

На диаграмме «забор воды» расположение точек 2011, 2013, 2017, 2018 и 2010–2019 гг. в IV четверти означает существование сильного декаплинга в результате снижения водозабора и роста  $\Delta$ ВДС, при этом  $K_{\text{э}} < 0$ . При экономическом спаде и более высоких темпах снижения забора воды, когда коэффициент  $K_{\text{э}} > 1,2$  (2012, 2015, 2019 гг.), развязка становится

Рис. 6. Характер взаимосвязи экономического роста и нагрузки на окружающую среду в обрабатывающей отрасли в период 2010–2019 гг. (Республика Коми)



Источник: выполнено автором по данным расчета, аналогичного представленному в таблице 1.

рецессивной (Rec.dec.), маркеры расположены в III четверти. Сильный негативный декаплинг (Str.neg.dec.) выявлен в 2016 году, что вызвано как снижением ΔВДС, так и ростом водозабора,  $Kэ = -3,9$ . Слабый негативный декаплинг (W.neg.dec.) отмечается в 2014 году.

Валовые выбросы ЗВ в атмосферу от стационарных источников в обрабатывающей отрасли самые низкие в количественном отношении, их доля составляет 4,1%. Можно отметить тенденцию к постоянному сокращению выброса ЗВ в атмосферу. За период 2010–2019 гг. объем выброса сократился на 59,6%. На диаграмме

видно, что при отрицательной величине ΔВДС наблюдается рецессивный декаплинг (2015, 2016 и 2019 гг.), при положительном приросте ВДС – сильный декаплинг (2011, 2013, 2014, 2017, в целом период 2010–2019 гг.).

Сравнительно высоким является вклад отрасли в загрязнение окружающей среды вследствие сброса загрязненных сточных вод из-за неудовлетворительной работы биологической ступени очистных сооружений целлюлозно-бумажного производства, в рассматриваемый период находившихся в стадии реконструкции.

По результатам расчета взаимосвязь отрасли по данному виду загрязняющего воздействия в период 2010–2019 гг. существовала в виде слабого негативного декаплинга (W.neg.dec.) вследствие прироста сброса сточных вод, составляющего 19%. На диаграмме (см. рис. 6) только маркер 2013 года расположен в зоне сильного декаплинга; 2011, 2017 гг. – в зоне слабого и 2014, 2018 гг. – в зоне слабого негативного декаплинга, что обусловлено ростом сброса загрязненных сточных вод при росте ВДС. В остальные годы вследствие снижения экономического роста при одновременном повышении сброса загрязненных сточных вод характер декаплинга рецессивный (2012 г.), рецессивный негативный (2016 г.) или сильный негативный (2015, 2019 гг.). В ближайшем будущем (с 2020 г.) ситуация должна измениться в сторону сильного декаплинга в результате сокращения сброса загрязненных сточных вод в 8 раз и доли отрасли в общем сбросе этих вод с 74 до 7% (вследствие ввода очистных сооружений в целлюлозно-бумажном производстве после реконструкции).

Следует отметить, что обрабатывающие предприятия отрасли являются источниками образования *отходов производства*, но объем их десятикратно меньше по сравнению с добывающими предприятиями. Пик образования отходов отмечается в 2014 году, относительно его в настоящее время количество отходов отрасли сократилось почти в 7 раз. Расчеты показывают, что взаимосвязь экономического роста и образования отходов в период 2010–2019 гг. в отрасли имеет характер сильного декаплинга, обусловленного высокими темпами снижения объема образования отходов (57%) при росте  $\Delta$ ВДС.

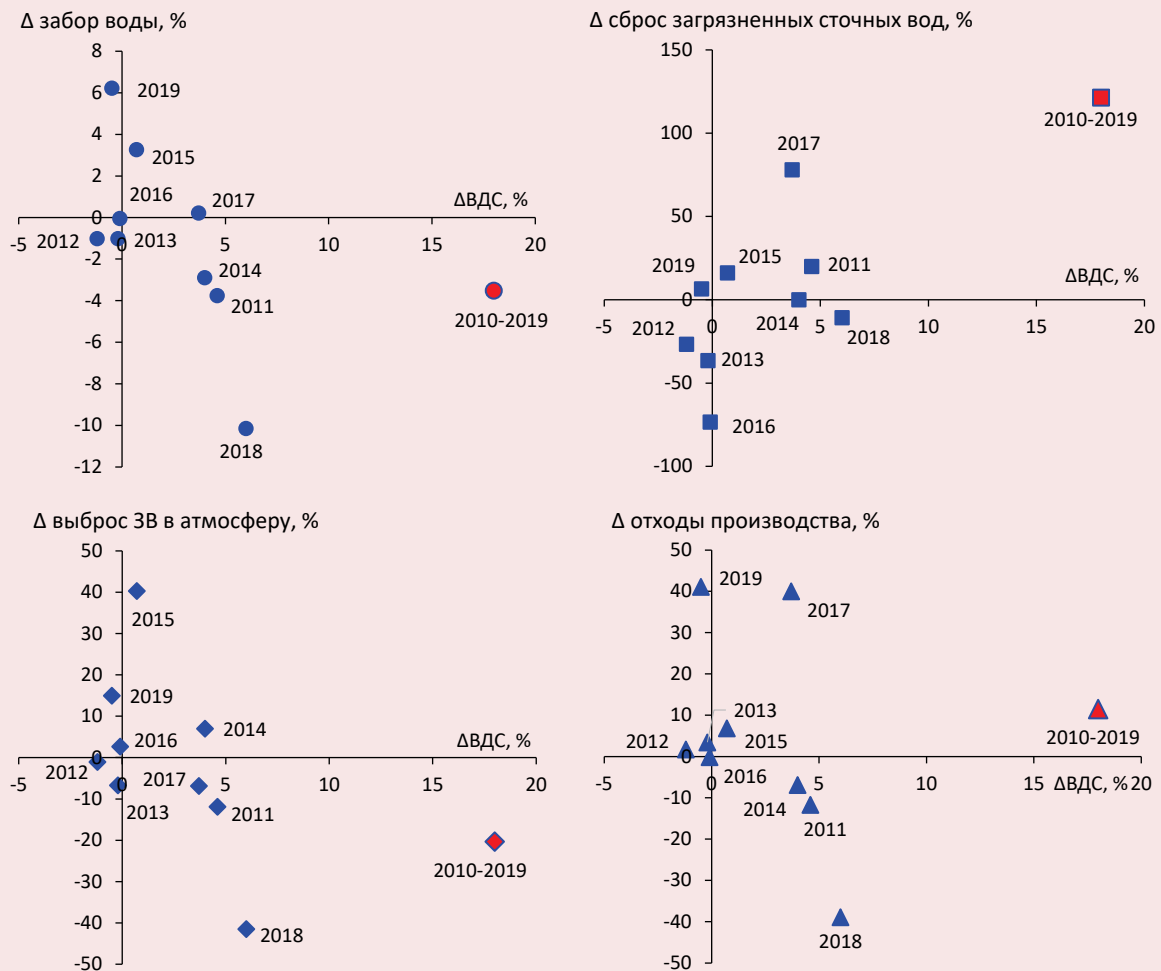
**Производство и распределение электрической энергии, газа и воды.** В период 2010–2019 гг. удельный вес отрасли в валовой добавленной стоимости промышленного производства плавно снижался с 10,3 до 5%, несмотря на рост производства электрической энергии с 9,3 до 10,6 млрд кВт-ч, составивший 14%. На 12,4% увеличилось производство тепловой энергии. В 2019 году уровень потребления электроэнергии составил 9215,7 млн кВт-ч, в том числе населения – 850 млн кВт-ч, и почти столько же составляют потери в сетях общего пользования. Деятельность предприятий отрасли свя-

зана с использованием природного газа, угля, топочного мазута, дизельного топлива и других ресурсов. Отрасль лидирует по использованию водных ресурсов и сбросу загрязненных сточных вод (см. рис. 3).

Результаты расчета показателей, определяющих уровень влияния экономического роста отрасли на окружающую среду, отображены диаграммами на *рисунке 7*. Из декаплинг-анализа расчетных показателей по забору воды следует, что в 2011, 2014, 2015, 2017, 2018 гг. имел место прирост валовой добавленной стоимости в пределах 0,7–6,0%, в другие годы отмечался спад (2012, 2013, 2016, 2019 гг.) на уровне 0,1–1,2%. Вместе с этим наблюдалось снижение или рост забора воды. От комбинации состояний этих показателей (+ +; + –; – –; – +) зависит величина коэффициента эластичности  $K_{\text{э}}$  и характер взаимосвязи. На диаграмме видно, что «точки-годы» размещаются в различных частях координатной плоскости. Можно сказать, что для 2011, 2014 и 2018 гг. заметен сильный декаплинг, соответствующий положению «+ –». Характер деятельности в 2012 году привел к рецессивной связи –  $K_{\text{э}}$  равен 0,83, поскольку темпы снижения  $\Delta$ ВДС выше, чем темпы сокращения забора воды. Наихудшее состояние (Strong negative decoupling) возникает в 2019 году при снижении  $\Delta$ ВДС и одновременном росте забора воды более высокими темпами. В целом по периоду 2010–2019 гг. расчеты указывают на появление сильной развязки (Strong decoupling) экономического роста и забора воды.

В деятельности отрасли относительно *сброса загрязненных сточных вод* имеет место слабый негативный декаплинг (2011, 2015, 2017 гг.), вызванный высоким приростом сброса загрязненных сточных вод относительно темпов  $\Delta$ ВДС. Очень высокий рост сброса загрязненных сточных вод в 2017 году дает основание предполагать, что он обусловлен двумя факторами: снижением использования оборотных вод и установлением факта перехода сточных вод категории «нормативно чистые, без очистки» в «загрязненные», требующие очистки перед сбросом в водные объекты. Вследствие этого оценка периода 2010–2019 гг. показывает, что характер данного вида воздействия на окружающую среду представляет слабый негативный декаплинг (W.neg.dec.) и развитие ситуа-

Рис. 7. Характер взаимосвязи экономического роста и нагрузки на окружающую среду в энергетической отрасли в период 2010–2019 гг. (Республика Коми)



Источник: выполнено автором по данным расчета, аналогичного представленному в таблице 1.

ции определяется положением точки «2010–2019» на координатной плоскости в виде красного маркера в I четверти (+ +) с величиной  $Kэ > 1,2$ .

*Выбросы ЗВ в атмосферу* за 2010–2019 гг. сократились на 21,4%, изменение прироста ВДС составило 18%, что обуславливает сильный декаплинг (St.dec.). В течение рассматриваемого периода состояние сильного декаплинга отмечается в 2011, 2017 и 2018 гг., для которых характерен прирост ΔВДС и снижение загрязняющего воздействия производств отрасли. В 2012 году фиксируется снижение примерно одинаковыми темпами и экономической активности, и загрязняющего воздействия на атмосферу, что приводит к состоянию рецессивной связи

(Res.co.). Далее с изменением темпов эта связь нарушается и переходит в рецессивный декаплинг (Res.dec.). На диаграмме видно, что маркеры 2014 и 2015 гг. расположены в зоне слабого негативного декаплинга, обусловленного ростом выбросов ЗВ в атмосферу, где коэффициент  $Kэ > 1,2$ . Маркеры 2016 и 2019 гг. находятся в зоне сильного негативного декаплинга (St.neg.dec.) вследствие снижения экономических показателей с одновременным увеличением выброса ЗВ в атмосферу.

Типу взаимосвязи экономической активности и образования *отходов производства* в течение исследуемого периода также характерна изменчивость декаплинга: сильный (2011), сильный негативный (2012, 2013), сильный

(2014), слабый негативный (2015), рецессивный (2016), слабый негативный (2017), сильный (2018), сильный негативный (2019). Следует отметить, что в энергетической отрасли образуется около 277 тыс. т отходов производства, что составляет 5,5% от всего объема в промышленности (без учета отходов вскрышных работ V класса опасности). Статистические данные по структуре отходов в отраслевом разрезе отсутствуют, поэтому сравнение загрязняющего воздействия отраслей возможно только по количественным показателям. В силу этого истинность негативного воздействия на окружающую среду трудно оценить.

**Развитие природоохранной деятельности** в значительной мере определяется условиями ее финансирования, уровнем технологического развития промышленного производства, инновационной активностью предприятий. В таблице 2 представлены затраты на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов по основным видам экономической деятельности, объемы платежей за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС).

Согласно им за период 2010–2019 гг. доля добывающей отрасли в текущих затратах на

охрану окружающей среды (ООС) снизилась с 34,4 до 10%. В обрабатывающей отрасли доля текущих затрат уменьшилась в два раза (до 21,5%). Обращает на себя внимание растущая динамика текущих затрат на ООС в энергетической отрасли, их доля увеличилась более чем в четыре раза. В целом по РК текущие природоохранные затраты за рассматриваемый период в процентном отношении к ВРП снизились с уровня 0,70 до 0,53% (аналогичные показатели 2019 года по СЗФО – 0,34%, РФ – 0,36%).

Наибольший объем инвестиций в основной капитал природоохранного назначения на региональном уровне направлен в период 2013–2016 гг. (1,4–1,9% к ВРП), однако в последующие годы инвестирование снизилось до 0,7%. Отмеченный период высоких результатов обеспечен за счет инвестиций в добывающей отрасли. По количественным показателям вклад этой отрасли в инвестирование основного капитала природоохранного назначения в 2012–2017 гг. составил 85,8–96,1%, в 2019 году – 8%. Высокая доля инвестиций обрабатывающей отрасли приходится на 2010–2011 и 2018–2019 гг. В течение всего периода инвестиции энергетической отрасли динамично росли, но в пределах не более 1%.

Таблица 2. Затраты на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов отраслей в 2010–2019 гг. (Республика Коми)

Показатель	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<i>Текущие затраты на охрану окружающей среды</i>										
Республика Коми, млн руб.	2330	1757	1621	2085	2019	2038	2611	3178	3457	3787
Добыча полезных ископаемых, %	34,4	32,5	10,5	9,0	11,1	7,6	15,7	15,0	13,1	10,0
Обрабатывающие производства, %	45,0	40,2	31,9	39,6	32,2	32,9	24,6	22,4	23,0	21,5
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды, %	9,0	15,7	38,4	47,0	39,6	43,3	44,2	44,1	46,6	38,9
<i>Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов</i>										
Республика Коми, млн руб.	1519	384	2717	6963	6844	9937	8723	5867	9609	5117
Добыча полезных ископаемых, %	10,8	25,3	68,7	96,1	90,1	93,8	85,8	56,1	18,2	8,0
Обрабатывающие производства, %	86,6	66,7	25,1	2,6	8,5	4,9	6,2	38,7	80,7	79,3
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды, %	-	-	0,1	0,06	0,8	0,2	0,29	0,35	0,25	0,95
<i>Платежи на негативное воздействие на окружающую среду</i>										
Республика Коми, млн руб.	212,8	248,5	485,1	883,1	1316,6	677,9	588,2	99,6	67,4	65,4
Республика Коми, % к объему инвестиций	14,0	64,7	17,9	12,7	19,2	6,8	6,7	1,7	0,7	1,3
Составлено по: стат. сборники «Промышленное производство в Республике Коми» за период 2011–2019 гг. / Комистат; Государственные доклады «О состоянии окружающей среды в Республике Коми» за период 2010–2019 гг.										

С 2010 по 2015 год в структуре инвестиционных затрат РК преобладали инвестиции в охрану атмосферного воздуха, составляющие до 57–93%, их доля в последующие 2016–2018 гг. значительно снизилась и ресурсы большей частью направлялись в охрану и рациональное использование водных ресурсов и на мероприятия по утилизации отходов. В 2019 году доли затрат по трем основным природоохранным направлениям «вода – воздух – отходы» оказались наиболее уравновешены и составили, соответственно, 38, 30 и 32%. Следует отметить, что основными источниками инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, являются собственные средства организаций (98%).

Поскольку производственная деятельность сопряжена с возмещением экологического вреда, в таблице 2 приведены данные о валовых поступлениях платежей за негативное воздействие на окружающую среду (суммарно в бюджеты разных уровней). Относительно инвестиций размеры этих платежей существенно снизились и по данным 2019 года составляют 1,3%, однако это не указывает на улучшение экологической ситуации, учитывая, что размеры сверхнормативных платежей превышают плату за воздействие в пределах установленных нормативов в 3–4 раза и более. Исходя из того, что расходующиеся из бюджета РК средства на охрану окружающей среды десятикратно ниже поступающих платежей за НВОС, можно заключить, что платежи не стимулируют процесс инвестирования в основной капитал, направленный на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

Для динамики инновационных показателей основных отраслей и в целом экономики РК характерно снижение инновационной активности: удельного веса предприятий, осуществляющих технологические инновации, доли инновационной продукции. Уровень их ниже по сравнению с аналогичными показателями по СЗФО и РФ. Вместе с этим следует отметить, что показатель «используемые передовые производственные технологии» демонстрирует двукратный рост (2010 г. – 550 ед., 2019 г. – 1156 ед.).

За 2015–2019 гг. инновационная деятельность в Республике Коми касалась преимуще-

ственно снижения загрязнения окружающей среды. Доля предприятий, участвующих в этом направлении, повысилась с 80,0 до 83,3%. Наряду с этим доля предприятий, осуществляющих экологические инновации по сокращению энергозатрат, снизилась с 80,0 до 50,0%, материальных затрат – с 60,0 до 33,3%, по снижению выброса в атмосферу  $\text{CO}_2$  – с 60,0 до 16,7%. Сравнение полученных результатов с данными по СЗФО и РФ показывает, что в РК уровень участия ниже по всем позициям экологических инноваций (кроме снижения загрязнения окружающей среды).

Из рассмотренного следует, что приближение к устойчивому состоянию декаплинга базовых отраслей промышленности возможно при положительном росте экономики, сопровождающемся усилением природоохранной и инновационной деятельности, обеспечивающей снижение экологической нагрузки на окружающую среду.

#### Выводы

Обобщая результаты исследования, следует отметить, что в течение периода 2010–2019 гг. экономический рост базовых отраслей экономики республики отличался нестабильностью, обуславливая переменный характер потребления природных ресурсов и воздействия на окружающую среду. Апробация модели декаплинга «The Decoupling Diamond» Tapio показала возможность использования этой модели на отраслевом уровне для оценки состояния эколого-экономических отношений. Преимущества модели состоят в возможности проведения более глубокого анализа, выявляющего следующие формы декаплинга: сильный и сильный негативный – при отрицательном коэффициенте эластичности ( $K_\varepsilon$ ); слабый и рецессивный негативный –  $K_\varepsilon$  в пределах 0–0,8; слабый негативный и рецессивный –  $K_\varepsilon$  больше 1,2; экспансивная или рецессивная связь –  $K_\varepsilon$  в пределах 0,8–1,2.

В соответствии с приведенной градацией коэффициента эластичности исследуемый период относительно 2010 года для базовых отраслей республики отличается экологическим неблагополучием, связанным со сбросом загрязненных сточных вод, и характеризуется эффектом слабого негативного декаплинга, существующего в результате более высоких темпов прироста сброса загрязненных сточ-

ных вод, относительно прироста ВДС. В энергетической отрасли также отмечен эффект «слабого декаплинга» в направлении образования отходов производства, обусловленный темпами их роста, меньшими, чем увеличение ВДС.

Декаплинг-анализ годовых интервалов периода выявил рецессивную связь в добывающей отрасли в условиях снижения ВДС и сброса загрязненных сточных вод одинаковыми темпами (2014 г.), когда коэффициент эластичности находится в пределах 0,8–1,2, при положительном росте этих показателей в 2019 году фиксируется экспансивная связь. В других отраслях такой связи не выявлено.

В ходе анализа динамики текущих затрат и инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, их структуры по виду экономической деятельности и основным направлениям природоохранной

деятельности, источникам финансирования зафиксирована тенденция к снижению как текущих, так и инвестиционных затрат в добывающей и обрабатывающей отраслях и вместе с тем некоторое усиление доли энергетической отрасли, не превышающей 1%. Из анализа платежей за НВОС следует, что платежи за сверхнормативное загрязнение в 3–4 раза и более превышают плату за загрязнение окружающей среды в пределах установленных нормативов, что согласуется с данными декаплинг-анализа о неблагоприятной ситуации в сфере очистки сточных вод. В то же время объем расходующихся из бюджета республики средств на охрану окружающей среды десятикратно ниже поступающих платежей НВОС, что указывает на необходимость разработки механизма их направления в максимальном объеме в инвестирование охраны окружающей среды, в реализацию проектов перехода к наилучшим доступным технологиям.

## Литература

- Акулов А.О. (2014). Влияние угольной промышленности на окружающую среду и перспективы развития по модели декаплинга // Регион: экономика и социология. № 1 (81). С. 272–288.
- Забелина И.А. (2019). Эффект декаплинга в эколого-экономическом развитии регионов – участников трансграничного взаимодействия // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. Т. 12. № 1. С. 241–255. DOI: 10.15838/esc.2019.1.61.15
- Бобылев С.Н., Михайлова С.М., Кирюшин А.П. и др. (2019). Зелёная экономика и цели устойчивого развития для России / под науч. ред. С.Н. Бобылёва и др. М.: Экономический факультет МГУ им. Ломоносова. 284 с.
- Кожевников С.А., Лебедева М.А. (2019). Проблемы перехода к зеленой экономике в регионе (на материалах Европейского Севера России) // Проблемы развития территории. № 4 (102). С. 72–88. DOI: 10.15838/ptd.2019.4.102.4
- Джексон Т. (2017). Процветание без роста: основы экономики будущего. М.: Аст-Пресс. 350 с.
- Третьякова Е.А. (2019). Экологическая интенсивность экономического развития регионов Северо-Запада // Балтийский регион. Т. 11. № 1. С. 14–28. DOI: 10.5922/2079-8555-2019-1-2
- Шкиперова Г.Т. (2014). Анализ и моделирование взаимосвязи между экономическим ростом и качеством окружающей среды (на примере Республики Карелия) // Экономический анализ: теория и практика. № 43 (394). С. 41–49.
- Яшалова Н.Н. (2014). Анализ проявления эффекта декаплинга в эколого-экономической деятельности региона // Региональная экономика: теория и практика. № 39. С. 55–61.
- Bleischwitz R. (2010). International economics and economic policy. Relevance, measurement, empirical trends, innovation, resource policies. *Special issue on «The International Economics of Resources and Resource Policy» (Springer Publisher)*, 7(2–3), 227–244. DOI: 10.1007/s10368-010-0170-z
- Eisenmenger N. et al. (2020). The sustainable development goals prioritize economic growth over sustainable resource use: A critical reflection on the SDGs from a socio-ecological perspective. *Sustainability Science*, 15, 1101–1110. DOI: 10.1007/s11625-020-00813-x



- Finel N., Tapio P. (2012). Decoupling transport CO<sub>2</sub> from GDP, Finland futures research center. *University of Turku*, 11–12. Available at: [https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/147511eBook\\_2012-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/147511eBook_2012-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (accessed: April 12, 2021).
- Haberl H. et al. (2020). A systematic review of the evidence on decoupling of GDP, resource use and GHG emissions, part II: Synthesizing the insights. *Environmental Research Letters*, 15(6). DOI: 10.1088/1748-9326/ab842a
- Bringezu S., Ramaswami A., Schandl H., O'Brien M., et al. (2017). Assessing global resource use: A systems approach to resource efficiency and pollution reduction. In: *A Report of the International Resource Panel*. UNEP, Nairobi, Kenya. Available at: <https://www.resourcepanel.org/reports/assessing-global-resource-use.pdf> (accessed: May 12, 2020).
- Oberle B., Bringezu S., Hatfield-Dodds S., Hellweg S., Schandl H., Clement J., et al. (2019). Global resources outlook 2019: Natural resources for the future we want. In: *Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme*. Nairobi, Kenya. Available at: <https://www.resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook> (accessed: May 10, 2020).
- Hertwich E., Lifset R., Pauliuk S., Heeren N. (2020). Resource efficiency and climate change: Material efficiency strategies for a low-carbon future. In: *A report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme*, Nairobi, Kenya. Available at: <https://www.resourcepanel.org/reports/resource-efficiency-and-climate-change> (accessed: November 16, 2020).
- Krausmann F. et al. (2017). Material flow accounting: Measuring global material use for sustainable development. *Annual Review of Environment and Resources*, 42, 647–675. DOI: 10.1146/annurev-environ-102016-060726.
- Parrique T. et al. (2019). Decoupling debunked – Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability. *European Environmental Bureau*.
- Stocker A., Gerold S., Hinterberger F. et al. (2015). The interaction of resource and labour productivity. A scoping study. *Sustainable Europe Research Institute (SERI)*. Available at: [https://ec.europa.eu/environment/enveco/growth\\_jobs\\_social/pdf/studies/Scientific%20background%20Resource%20labour%20productivity.pdf](https://ec.europa.eu/environment/enveco/growth_jobs_social/pdf/studies/Scientific%20background%20Resource%20labour%20productivity.pdf) (accessed: May 12, 2021).
- Tapio P. (2005). Towards a theory of decoupling: Degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001. *Transport Policy*, 12(2), 137–151. Available at: doi.10.1016/j.tranpol.2005.01.001
- Vadén T. et al. (2020). Decoupling for ecological sustainability: A categorisation and review of research literature. *Environmental Science & Policy*, 112, 236–244. DOI: 10.1016/j.envsci.2020.06.016
- Vehmas J, Kaivo-oja J, Luukkanen J. (2003). *Global trends of linking environmental stress and economic growth*. Turku: Finland Futures Research Centre, Available at: [https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/147391/Tutu\\_2003-7.pdf?sequence=1](https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/147391/Tutu_2003-7.pdf?sequence=1) (accessed: May 12, 2021).
- Ward J.D. et al. (2016). Is decoupling GDP growth from environmental impact possible? *PLoS ONE*, 11(10): e0164733. Available at: doi.org/10.1371/journal.pone.0164733
- Wiedenhofer D. et al. (2020). A systematic review of the evidence on decoupling of GDP, resource use and GHG emissions, part I: Bibliometric and conceptual mapping. *Environmental Research Letters*, 15(6). Available at: doi.org/10.1088/1748-9326/ab8429
- Wiedmann T., Lenzen M. et al. (2020). Scientists' warning on affluence. *Nature Communications*, 11, 3107. DOI: 10.1038/s41467-020-16941-ye

## Сведения об авторе

Валентина Фёдоровна Фомина – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера, ФИЦ Коми научный центр Уральского отделения РАН (167982, Российская Федерация, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 26; e-mail: fominavf50@gmail.com)

Fomina V.F.

## Identifying the Effect of Decoupling in Major Economic Sectors of the Komi Republic

**Abstract.** The concept of decoupling is currently recognized as a strategic basis for moving toward an environmentally sustainable economy. This fact is confirmed by a review of publications discussing the possibility of achieving an imperative distinction between economic activity, welfare, and resource utilization. In this regard, the relevance of the problem of ensuring sustainable eco-economic development of the region is increasing, which determined the purpose of the work – to obtain the evidence base proving the actual achievement of decoupling in basic industries (extractive, manufacturing, energy). In order to assess the relationship between economic activity and environmental impact at the industry level, we adapted the Tapio decoupling model known as the Decoupling Diamond, which includes eight decoupling states depending on economic growth rate, resource consumption or environmental impact and the value of the elasticity coefficient representing the growth ratio of these indicators. Determining the state of decoupling in each industry includes calculating the rate of change in gross value added (in comparable prices) and environmental indicators: water abstraction, dirty discharge, air pollutant emissions, production waste generation for the period 2010–2019. The results obtained indicate that the rates of change in gross value added, consumption of natural resources, and the negative impact on the environment are related, separated, or negatively divided. For all of the industries under consideration we have revealed a weak negative decoupling on the dirty discharge, for the energy industry – a weak decoupling on the production waste generation. We have identified a downward trend in current and investment environmental costs in the extractive and manufacturing industries, as well as an increase in the proportion of payments for negative environmental impact (NEI) and a decline in innovation activity. The results of the study indicate the need to improve the economic performance of basic industries and strengthen their environmental protection activities; subsequently, the results may be in demand for regulation of eco-economic relations.

**Key words:** decoupling model, industries, economic growth rates, environmental impact, environmental costs, Komi Republic.

### Information about the Author

Valentina F. Fomina - Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Senior Researcher, Institute of Socio-Economic and Energy Problems of the North, Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (26, Kommunisticheskaya Street, Syktyvkar, Komi Republic, 167982, Russian Federation; e-mail: fominavf50@gmail.com)

Статья поступила 15.11.2021.