Моды бизнес-инноваций STI и DUI и их связь с развитием процессных экоинноваций: межрегиональный анализ

Аннотация

Настоящее исследование посвящено сравнительному анализу взаимосвязей между модами инноваций STI (наука, технологии и инновации) и DUI (обучение через действие, использование и взаимодействие) и процессными экоинновациями в четырех макрорегионах: Центральной Азии, Восточной Европе, Южной Европе и Северной Африке. Эмпирический анализ основан на данных обследования Business Environment and Enterprise Performance Survey (BEEPS) за 2018–2020 гг. и охватывает средние и крупные предприятия с численностью занятых не менее 50 человек. Для оценки взаимосвязей используются порядковые логит-модели, построенные для каждого макрорегиона, а также модель на объединенной выборке, включающая взаимодействия мод инноваций с региональными индикаторами. Дополнительно рассчитываются средние предельные эффекты, позволяющие оценить различия в характере и значимости выявленных взаимосвязей между макрорегионами. Результаты показывают, что STI положительно и статистически значимо связана с процессными экоинновациями во всех четырех макрорегионах, причем значимых межрегиональных различий в этой связи не выявлено. Связь DUI в большей степени зависит от регионального контекста: она положительна и статистически значима в Центральной Азии, Восточной и Южной Европе, но незначима в Северной Африке, где ее усиливают требования клиентов к экологической сертификации.

Ключевые слова: моды инноваций STI и DUI; процессные экоинновации; Европа; Центральная Азия; Северная Африка; страны с формирующейся рыночной экономикой и развивающиеся страны; региональная неоднородность.

JEL O3; O5; Q5; R11.

1. Введение

За последние два десятилетия экоинновации стали одним из ключевых приоритетов для экономики и общества. Изменение климата и экологическая устойчивость приобрели статус важнейших глобальных вызовов, особенно после вступления в силу Парижского соглашения в 2016 г. и последующих климатических конференций ООН (COP), которые способствовали развитию международного и национального регулирования и формированию соответствующих мер государственной политики, направленных на достижение значимых результатов к 2030–2050 гг.

Под «экоинновацией» в данной статье понимаются «разработка и применение новых продуктов, процессов, услуг и методов управления, направленных на снижение экологических рисков, загрязнения и использования ресурсов на протяжении всего жизненного цикла» (Kemp and Pearson, 2008: 7). Как следует из Community Innovation

Survey, это понятие охватывает как деятельность, организуемую внутри предприятия и в его цепочке поставок, так и экологические продуктовые инновации, которыми в конечном счете пользуются потребители (CIS, 2014; Greco et al., 2020). Хотя экоинновации включают различные формы инноваций, данное исследование сосредоточено именно на процессных экоинновациях, которые оцениваются на основе внедрения предприятиями экологически ориентированных производственных процессов и практик экологического менеджмента.

Экоинновации и экологическая устойчивость развиваются в мире неравномерно из-за различий в экономических, социальных и институциональных условиях. В международных дискуссиях о климатической политике особое внимание уделяется передаче технологий и доступу развивающихся стран к экологически ориентированным решениям. Эти вопросы остаются актуальными и в ходе ежегодных конференций ООН по изменению климата (COP).

Ряд недавних исследований демонстрирует существенные межстрановые различия в экологическом поведении и достигнутых результатах. Так, опираясь на стандартную классификацию европейских стран и регионов EU-PROINNO, используемую в European Innovation Scoreboard (Hollanders and Es-Sadki, 2021), Sobczak et al. (2022) выделили четыре категории европейских стран с точки зрения их усилий и результатов в сфере экоинноваций на основе индекса, включающего пять групп показателей: ресурсы, виды деятельности, результаты, показатели эффективности и социально-экономические эффекты. Аналогичным образом Sedita et al. (2022) исследовали роль межстрановых культурных различий в формировании устойчивого развития. Применив культурные измерения Хофстеде к карте европейских стран, они показали, что страны могут двигаться к одной и той же цели по различным траекториям, причем эти траектории зависят от таких важных культурных характеристик, как дистанция власти и степень ориентации на индивидуализм. В русле культурного подхода Sedita et al. (2022), Parrilli et al. (2025) исследовали европейскую географию экоинноваций и выявили различия в моделях экоинновационного развития стран Южного Средиземноморья, Восточной Европы и Балтийского региона.

В настоящей статье предлагается новый подход к исследованию экоинноваций, в центре которого находятся моды бизнес-инноваций. Под ними понимаются «архетипические практики, используемые бизнес-лидерами или их командами для организации ресурсов, навыков и компетенций предприятия с целью достижения соответствующих экоинновационных результатов» (Parrilli et al., 2025; Marzucchi and Montresor, 2017). Такой подход отличается от большинства исследований, в которых основное внимание уделяется отдельным драйверам развития экоинноваций, таким как НИОКР и патенты (De Marchi, 2012), рыночный спрос и способность распознавать рыночные сигналы (Kammerer, 2009; Demirel and Kesidou, 2019), экологические субсидии или экологические налоги (Horbach, 2016). Вслед за предыдущими исследованиями (Marzucchi and Montresor, 2017; Parrilli et al., 2023) мы подчеркиваем, что важен не только набор отдельных драйверов, но и то, как руководители организуют предприятие для продвижения экоинновационных практик и результатов. Таким образом, существенное значение приобретает сочетание действий и драйверов, направленных на достижение этих целей. Такой подход имеет значение и для государственной политики, поскольку позволяет разрабатывать меры с учетом особенностей различных типов предприятий и управленческих команд, открывая пространство для диалога между органами государственной власти, бизнесом, отраслевыми ассоциациями и торгово-промышленными палатами.

Изучение основных мод инноваций — STI (наука, технологии и инновации), DUI (обучение через действие, использование и взаимодействие), а также их сочетания (STI+DUI) — позволяет выявить наиболее типичные инновационные практики, применяемые предприятиями, и оценить их эффективность (Jensen et al., 2007; Isaksen and Karlsen, 2010; Apanasovich et al., 2016; Thomä, 2017; Haus-Reve et al., 2019; 2023; Parrilli et al., 2020; Doloreux and Shearmur, 2023). При этом сложившиеся практики нередко оказываются малоэффективными и поэтому требуют корректировки и переосмысления. В настоящем исследовании применяется более широкий подход с позиций экономической географии, предполагающий сравнение этих практик и достигнутых результатов в четырех макрорегионах: Центральной Азии, Восточной Европе, Южной Европе и Северной Африке. Восточноевропейский макрорегион включает как страны — члены ЕС, так и постсоветские страны Восточной Европы. Такая группировка используется как широкая географическая и историческая категория и не предполагает институциональной однородности входящих в нее стран, которые имеют общее историческое наследие, но существенно различаются по последующим институциональным и экономическим траекториям. Можно ожидать, что различия в стратегиях, ресурсах и компетенциях предприятий будут обусловливать неодинаковую распространенность экоинновационных практик в рассматриваемых регионах. Исследование, основанное на данных BEEPS, позволяет оценить распространенность указанных мод инноваций и их взаимосвязь с процессными экоинновациями в четырех географических макрорегионах, а также проанализировать, различается ли их вклад в процессные экоинновации в зависимости от экономического, исторического и институционального контекста этих регионов.

Данное исследование дополняет научную литературу об экоинновациях и экологической устойчивости в нескольких отношениях. Во-первых, оно углубляет понимание того, как предприятия в различных макрорегиональных контекстах внедряют экоинновационные практики и какие сочетания инструментов, ресурсов и компетенций они при этом используют. Во-вторых, оно оценивает эффективность различных мод инноваций, развивая более ранние исследования экоинноваций, основанные на подходе мод бизнес-инноваций (Marzucchi and Montresor, 2017; Parrilli et al., 2023). В-третьих, в исследовании проводится сравнительный анализ реализации экоинноваций предприятиями в различных географических, экономических, исторических и институциональных условиях (Sobczak et al., 2022; Sedita et al., 2022; Parrilli et al., 2025). В частности, анализируется, различаются ли связи STI и DUI с процессными экоинновациями между макрорегионами с различными институциональными условиями и траекториями развития.

В следующем разделе представлен обзор современных исследований экоинноваций и основных подходов к изучению мод инноваций, а также сформирована аналитическая рамка исследования. В третьем разделе описываются методология исследования, используемые данные и методы анализа. Четвертый раздел посвящен эмпирическим результатам, пятый — их обсуждению. В заключительном разделе обобщаются основные выводы и формулируются рекомендации для органов государственной власти и предприятий.

2. Теоретическая основа

2.1 Экологическая устойчивость и экоинновации

За последние 15 лет значительное число исследований было посвящено анализу вклада промышленности в обеспечение экологической устойчивости. Одни работы сосредоточены на факторах спроса и предложения, определяющих развитие экоинноваций, другие — на более широких институциональных и политических инструментах (Horbach, 2016). Например, De Marchi (2012) показал важность инвестиций в НИОКР, особенно осуществляемых в сотрудничестве с исследовательскими организациями, включая университеты, и поставщиками бизнес-услуг. Horbach (2014) подчеркнул значение накопленного знания и технологических возможностей как основы экоинновационной деятельности предприятий и отраслей. В свою очередь, Ghisetti et al. (2015) показали, что технологические усилия должны сопровождаться управленческими и институциональными преобразованиями, необходимыми для формирования соответствующих цепочек поставок и адаптации к требованиям регулирования.

Многие исследования также подчеркивают значение факторов спроса. Kammerer (2009) и Huang et al. (2016) указывают на роль требований и спроса клиентов в активизации экоинновационной деятельности предприятий. Demirel and Kesidou (2019) предлагают более комплексный подход, выделяя взаимодополняемость технологических усилий, добровольного саморегулирования предприятия и его способности отслеживать изменения на экологически ориентированных рынках. Rennings and Rammer (2011), Horbach (2014) и Huang et al. (2016) рассматривают регулирование как важный стимул, поскольку предприятия должны соблюдать новые законодательные требования, в том числе предельные значения выбросов, и нести связанные с этим издержки адаптации.

Влияние перечисленных факторов на экоинновации достаточно подробно изучено в ряде работ (Horbach, 2016; Parrilli et al., 2023). Поэтому дальнейший анализ может быть направлен на то, каким образом предприятия объединяют различные факторы и используют их в повседневной деятельности. Именно этот вопрос находится в центре исследований мод бизнес-инноваций. Такой подход позволяет анализировать устойчивые организационные практики и стратегические решения предприятий различного размера, отраслевой принадлежности и географического положения при выборе способов осуществления инновационной и экоинновационной деятельности.

2.2 Моды бизнес-инноваций

Большинство исследований инноваций и экоинноваций сосредоточено на отдельных драйверах, таких как НИОКР (Stam and Wennberg, 2009), использование машин и оборудования (Trott and Simms, 2017), сотрудничество университетов и промышленности (De Marchi, 2012; Horbach, 2014) и взаимодействие с покупателями (Huang et al., 2016). Другие работы посвящены конкретным инструментам государственной политики — регулированию (Rennings and Rammer, 2011), экологическим налогам и субсидиям (Huang et al., 2016), торговле квотами на выбросы (Marzucchi and Montresor, 2017). Однако лишь в немногих исследованиях рассматривается, каким образом предприниматели и управленческие команды объединяют ресурсы, навыки и компетенции в рамках целостного стратегического подхода к экоинновациям (Marzucchi and Montresor, 2017; Parrilli et al., 2023; 2025).

Современные исследования этого направления, преимущественно посвященные продуктовым и процессным инновациям, рассматривают драйверы моды STI, связанные с научно-технологической деятельностью, — например расходы на НИОКР или проектное сотрудничество с университетами, — а также драйверы моды DUI,

основанные на обучении через действие, использование и взаимодействие, включая обучение на рабочем месте, командную работу и сотрудничество с поставщиками и покупателями (Jensen et al., 2007; Fitjar and Rodríguez-Pose, 2013; Alhusen et al., 2021; Doloreux and Shearmur, 2023). В ряде случаев эти моды сочетаются в комбинированную моду STI+DUI, которая нередко оказывается более эффективной, чем каждая из них по отдельности (Jensen et al., 2007; Isaksen and Karlsen, 2010; Nunes and Lopes, 2015; Parrilli and Alcalde-Heras, 2016).

Исследования в этой области позволили получить ряд важных результатов. Во-первых, продуктовые инновации в большей степени связаны с драйверами STI, тогда как процессные, организационные и коммерческие инновации сильнее зависят от драйверов DUI (Parrilli and Alcalde-Heras, 2016; Apanasovich et al., 2016; Trott and Simms, 2017). Во-вторых, значение имеет географический масштаб накопления и обмена знаниями: международное сотрудничество в рамках DUI может быть более значимым, чем локальное сотрудничество DUI и даже локальное и международное сотрудничество STI (Fitjar and Rodríguez-Pose, 2013). В-третьих, драйверы STI чаще играют заметную роль в метропольных регионах, тогда как мода DUI может быть особенно эффективна на периферийных территориях (Doloreux and Shearmur, 2023). Наконец, DUI особенно важна для МСП и традиционных отраслей (Thomä, 2017; Parrilli et al., 2020), поскольку опирается на менее затратные и более доступные механизмы обучения и взаимодействия.

В более узкой области экоинноваций эта линия исследований пока находится на раннем этапе. На материале Испании Marzucchi and Montresor (2017) выявили различия во влиянии STI и DUI в зависимости от того, осуществляется ли соответствующая деятельность внутри предприятия или опирается на внешнее сотрудничество. Наиболее выраженный эффект НИОКР связан с внутренней деятельностью предприятия, тогда как сотрудничество с поставщиками и покупателями в рамках DUI выступает важнейшим внешним драйвером экоинноваций. Авторы также показывают, что эти драйверы скорее замещают, чем дополняют друг друга. В рамках подхода экономической географии Parrilli et al. (2025) выявили различия в использовании и эффективности драйверов STI и DUI между группами европейских стран. В частности, страны Южной, Восточной и Центральной Европы в большей степени полагаются на DUI, причем ее эффективность выше в Южной Европе, вероятно, благодаря более устойчивому опыту конкуренции на международных рынках. Страны Балтии, напротив, демонстрируют более выраженную ориентацию на STI.

Несмотря на полученные результаты, сохраняется необходимость дальнейшего анализа того, насколько широко и эффективно предприятия в различных макрорегионах используют соответствующие инновационные практики в экоинновационной деятельности. Более широкая географическая перспектива по-прежнему развита недостаточно. Большинство работ по модам бизнес-инноваций сосредоточено на европейских странах, тогда как лишь немногие исследования охватывают другие географические контексты (Chen et al., 2011 — Китай; Malaver Rodríguez, 2017 — Колумбия). Сравнительный анализ за пределами европейского региона также остается ограниченным (Parrilli et al., 2023; 2025). Этот исследовательский пробел обусловливает необходимость более широкого сопоставления, позволяющего проследить особенности использования мод бизнес-инноваций предприятиями в различных географических и институциональных контекстах.

2.3 Сравнительный анализ экоинноваций в более широкой географии

В европейских исследованиях подчеркивается, что комбинированная мода STI+DUI является наиболее эффективной с точки зрения инноваций в продуктах и процессах (Jensen et al., 2007; Isaksen and Karlsen, 2010; Nunes and Lopes, 2015). Более того, было показано, что наиболее развитые экономики региона способны получать более высокие экономические результаты, например, обеспечивать рост продаж, за счет использования дорогостоящих драйверов STI и комбинированной моды STI и DUI. Напротив, догоняющие европейские экономики, как правило, активнее используют драйверы DUI, однако демонстрируют более низкие экономические результаты (Apanasovich et al., 2016; Parrilli et al., 2020). Аналогичные выводы содержатся и в ранних исследованиях экоинноваций. Однако при расширении сравнительной географии за пределы Европы ожидаемые закономерности могут существенно измениться.

При рассмотрении развивающихся стран Азии и Африки можно ожидать иной картины. Эти страны, как правило, характеризуются более низким уровнем технологического развития и менее развитой институциональной поддержкой, что связано со характерными историческими и политическими траекториями. Страны Центральной Азии входили в состав бывшего Советского Союза, поэтому на их развитие существенно повлияли институциональная инерция и более ограниченное внимание к высокотехнологичным отраслям (Batsaikhan and Dabrowski, 2017). На протяжении многих лет они в значительной степени опирались на эксплуатацию природных ресурсов (например, нефти в Казахстане, урана и меди в Узбекистане), что усиливало риски «голландской болезни» и замедляло экономическую трансформацию (Pomfret, 2021).

В странах Северной Африки наблюдаются сходные ограничения: к этому региону относятся экономики, богатые природными ресурсами и сырьем (например, газом в Алжире, нефтью в Ливии, фосфатами в Марокко). Эти ресурсы способствовали накоплению финансовых ресурсов и росту экономической активности, но пока не привели к глубокой структурной трансформации в направлении более диверсифицированных и устойчивых моделей развития (Diao et al., 2019). Одновременно институциональные и управленческие структуры не были в достаточной степени перестроены для поддержки такой трансформации.

На этом основании в статье рассматриваются страны Северной Африки и Центральной Азии, которые различаются не только по уровню доходов и структуре производства, но и по институциональным условиям и технологическому потенциалу (Diao et al., 2019; Pomfret, 2021). Поэтому мы не ожидаем широкого применения драйверов моды STI. Для DUI можно предположить более неоднородную картину: значительная часть предприятий, вероятно, слабо ориентирована на инновации и тем более на экоинновации, которые представляют собой сравнительно новую задачу, ориентированную на достижение общественно значимых целей (Mazzucato, 2018). Вместе с тем часть предприятий может применять отдельные элементы DUI, тогда как лишь небольшая доля способна использовать моду STI, преимущественно в столицах и отдельных высокотехнологичных отраслях и услугах. Кроме того, можно ожидать более низкой эффективности DUI в этих регионах, поскольку ее эффективное применение требует времени и последовательного процесса обучения (см. также Malaver Rodríguez, 2017).

При анализе экоинновационного потенциала в различных европейских контекстах Sedita et al. (2022) использовали культурную концепцию Хофстеде и показали, что два

ее измерения особенно важны для устойчивого развития: низкая дистанция власти по отношению к лицам, принимающим решения, и соотношение индивидуализма и коллективизма. Эти измерения указывают на тип институциональной структуры, более благоприятной для развития экоинновационной деятельности предприятий, включая многоуровневое или сетевое управление (см., например, Uyarra, 2011; Mazzucato, 2018; Parrilli and Lu, 2026). На этой основе мы ожидаем выявить значимую связь между конкретными практиками предприятий и их способностью внедрять экоинновации.

Согласно структурным аргументам Diao et al. (2019) и Pomfret (2021), а также культурно-институциональному подходу Sedita et al. (2022), можно ожидать, что страны с формирующейся рыночной экономикой и развивающиеся страны, где такие факторы, как индивидуализм и низкая дистанция власти, выражены слабее, будут обладать меньшими возможностями для эффективного внедрения экоинноваций. Более того, учитывая ограниченную структурную, экономическую и технологическую трансформацию, мы ожидаем, что они будут менее склонны использовать моду STI как отдельно, так и в сочетании с модой DUI. Напротив, несмотря на сохраняющиеся институциональные и экономические разрывы в европейских странах и регионах (Iammarino et al., 2019; Rodríguez-Pose and Ganau, 2022), страны Южной и Восточной Европы, как ожидается, активнее участвуют в процессах структурной трансформации, необходимых для роста и конвергенции в пространстве Европейского Союза, например через интеграцию в эффективные цепочки поставок автомобильной промышленности (Blazek et al., 2018). Поэтому мы ожидаем, что они будут более активно и эффективно использовать как STI, так и DUI.

H1: Ожидается, что значительная часть предприятий в Центральной Азии и Северной Африке будет демонстрировать ограниченное участие в инновационной деятельности, основанной на STI, и, как следствие, более низкий уровень процессных экоинноваций.

H2: В Центральной Азии и Северной Африке предприятия, применяющие моду DUI, будут слабо связаны с развитием процессных экоинноваций.

H3: Немногочисленные предприятия, применяющие моду STI в Центральной Азии и Северной Африке, вероятно, будут слабо связаны с развитием процессных экоинноваций.

В дополнение к этим гипотезам мы утверждаем, что особенно в развивающихся макрорегионах связь с требовательными покупателями может иметь критическое значение для повышения способности предприятий способствовать внедрению экоинноваций. Это означает, что требования и технические спецификации, предъявляемые такими покупателями, могут повышать результативность мод бизнес-инноваций, поскольку предприятия оцениваются и продолжают сотрудничество в качестве поставщиков при условии соответствия этим требованиям. В частности, требования покупателей к экологической сертификации могут усиливать связь между DUI и процессными экоинновациями, превращая обучение через действие, использование и взаимодействие в более результативный источник экологически ориентированных изменений.

H4: В развивающихся макрорегионах требования клиентов к экологической сертификации повышают результативность моды бизнес-инноваций DUI в развитии процессных экоинноваций.

В нашем исследовании мы сравниваем группы стран с разной склонностью инвестировать в деятельность, способствующую развитию экоинновационных практик. По этой причине мы также включаем сопоставимые группы стран Европейского Союза, в частности экономики Южной и Восточной Европы. Предыдущие исследования использовали подход мод бизнес-инноваций для анализа их экоинновационных результатов и показали, что экономики Южной Европы в целом характеризуются широким использованием моды DUI и более высокой эффективностью экоинновационной деятельности, тогда как страны Восточной Европы демонстрируют более низкие показатели (Sobczak et al., 2022; Parrilli et al., 2020; 2025). Вместе с тем в обеих группах стран использование моды STI отдельно или в сочетании с модой DUI также было связано с положительными результатами, хотя этот эффект был слабее, чем в странах — инновационных лидерах Европы, таких как Германия, Нидерланды и скандинавские страны.

Ожидаемое преимущество стран Южной Европы по сравнению с группой развивающихся стран Азии, Европы и Африки во многом связано с институциональным и технологическим развитием Европейского Союза и его общего рынка, которое способствовало экономической трансформации (Schönfelder and Wagner, 2019). В то же время эти страны не всегда демонстрировали последовательный и устойчивый подход к институциональному развитию и росту производительности из-за институциональной слабости и значительной региональной неоднородности, особенно в Южной Италии, Греции и значительной части Испании (Burroni, Pavolini and Regini, 2020; Rodríguez-Pose and Ganau, 2022). В экономиках Восточной и Центральной Европы наследие социалистического периода сочеталось с институциональными ограничениями, затруднявшими устойчивую трансформацию (Burroni et al., 2020). Однако эти ограничения частично компенсировались активной интеграцией в Европейский Союз и включением в европейские производственные цепочки, в том числе в автомобильной промышленности (Blazek et al., 2018).

H5: Большинство предприятий в Восточной Европе и Южной Европе, вероятно, будут применять моду DUI.

H6: Предприятия, применяющие моду DUI в Южной Европе и Восточной Европе, вероятно, будут достаточно эффективны в развитии процессных экоинноваций.

H7: Предприятия, применяющие моду STI в Южной Европе и Восточной Европе, с большей вероятностью будут способствовать развитию процессных экоинноваций.

На рисунке 1 обобщена концептуальная рамка исследования и предполагаемые связи между модами инноваций STI и DUI, требованиями к экологической сертификации и процессными экоинновациями.

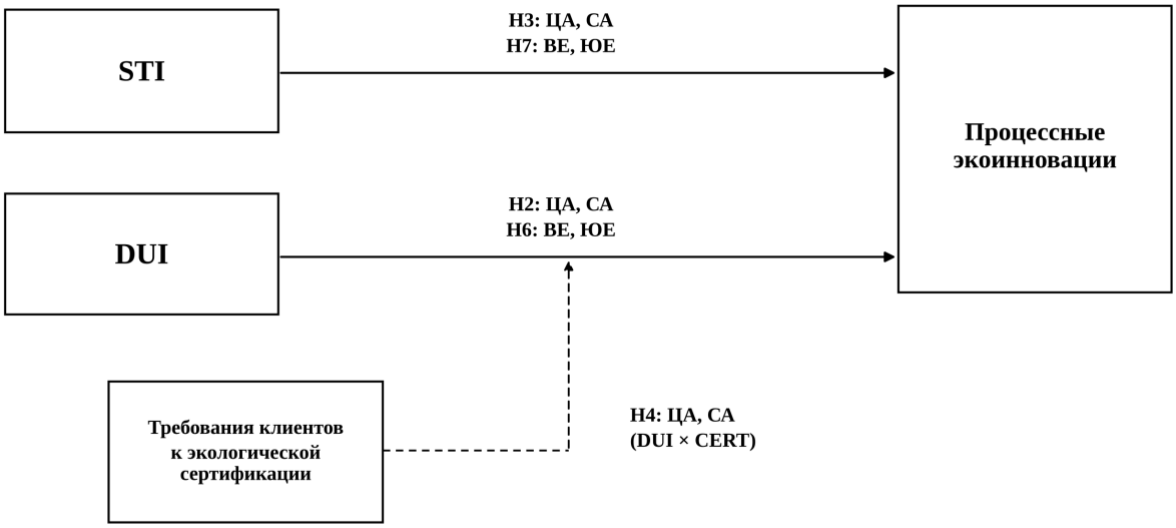


Рисунок 1. Концептуальная схема

Примечание. ЦА — Центральная Азия; СА — Северная Африка; ВЕ — Восточная Европа; ЮЕ — Южная Европа.
Сплошные стрелки обозначают прямые связи. Пунктирная стрелка обозначает модерирующий эффект взаимодействия. H1 и H5 проверяются на основе описательной статистики и на схеме не показаны.

Далее мы переходим к разделу методологии, в котором объясняется, какие данные, модели и методы использованы для получения эмпирических результатов.

3. Методология

3.1 Выборка и данные

В данном исследовании изучается, различается ли связь мод инноваций STI (наука, технологии и инновации) и DUI (обучение через действие, использование и взаимодействие) с процессными экоинновациями в разных макрорегиональных контекстах, а также модерируют ли эти связи требования клиентов к экологической сертификации. Для ответа на этот вопрос используется сравнительный межрегиональный дизайн исследования, сочетающий оценки по отдельным регионам с моделями, оцененными на объединенной выборке и включающими взаимодействия. Такой подход позволяет в рамках единой аналитической схемы исследовать как связи внутри регионов, так и различия между регионами.

Эмпирический анализ основан на данных на уровне предприятий из Обследования деловой среды и деятельности предприятий (Business Environment and Enterprise Performance Survey, BEEPS) за 2018–2020 гг., совместно проводимого Европейским банком реконструкции и развития (ЕБРР) и Всемирным банком. Это обследование было выбрано благодаря широкому географическому охвату, который позволяет сравнивать предприятия, работающие в четырех макрорегионах, рассматриваемых в данном исследовании. BEEPS содержит гармонизированную информацию об инновационной деятельности предприятий, деловой среде, организационных характеристиках и рыночных условиях в странах с различными экономическими и институциональными

условиями. Стандартизированный дизайн обследования и сопоставимость данных между странами делают его особенно подходящим для анализа того, различаются ли связи между модами инноваций и процессными экоинновациями в разных макрорегиональных контекстах.

Аналитическая выборка формировалась в несколько этапов. Во-первых, предприятия из 24 стран были сгруппированы в четыре широких географических макрорегиона: Центральную Азию, Восточную Европу, Южную Европу и Северную Африку. Затем предприятия были отнесены к соответствующему макрорегиону по стране расположения (табл. 1). Эта классификация служит основой для межрегионального сравнения и допускает существенную неоднородность стран внутри каждого макрорегиона. Во-вторых, выборка была ограничена предприятиями с численностью занятых 50 и более человек, поскольку вопросы обследования, отражающие основанные на взаимодействии драйверы моды инноваций DUI, задавались только предприятиям такого размера. Этот критерий формирования выборки соответствует подходу Marozau et al. (2025), которые использовали такое же ограничение при анализе данных BEEPS. Наконец, были исключены наблюдения с пропущенными значениями по зависимой, объясняющим или контрольным переменным. Итоговая аналитическая выборка включает 3346 предприятий.

Страны, включенные в анализ, существенно различаются по уровню экономического развития, инновационному потенциалу, качеству регулирования и экологическому управлению. Такое разнообразие создает подходящую эмпирическую основу для изучения того, различаются ли взаимосвязи между модами инноваций STI и DUI и процессными экоинновациями в разных макрорегионах. Региональная классификация поэтому используется как широкая географическая рамка для сравнения предприятий, функционирующих в различных исторических, экономических и институциональных условиях, без предположения об институциональной однородности стран внутри каждого макрорегиона.

Таблица 1. Региональная классификация и состав стран

Макрорегион	**Страны**
Центральная Азия	Казахстан; Кыргызская Республика; Таджикистан; Узбекистан
Восточная Европа	Беларусь; Болгария; Чехия; Эстония; Венгрия; Латвия; Литва; Молдова; Польша; Румыния; Словакия; Украина
Южная Европа	Кипр; Греция; Италия; Мальта; Португалия
Северная Африка	Египет; Марокко; Тунис

3.2 Переменные и их измерение

Переменные, используемые в эмпирическом анализе, сформированы на основе данных BEEPS за 2018–2020 гг. В таблице 2 обобщены способы их построения и измерения.

3.2.1 Зависимая переменная

Зависимой переменной выступают процессные экоинновации, измеряемые широтой экологических практик, внедренных предприятием. Она построена как аддитивный

индекс из пяти бинарных показателей, отражающих, внедрило ли предприятие: (1) экологически безопасное производство энергии непосредственно на предприятии; (2) практики управления энергопотреблением; (3) минимизацию отходов, переработку и управление отходами; (4) меры по контролю загрязнения воздуха; и (5) практики управления водными ресурсами. Пять показателей суммируются для получения аддитивного счетного индекса со значениями от 0 до 5. Полученная переменная имеет шесть упорядоченных исходов: от 0, означающего, что предприятие не внедрило ни одной из пяти практик процессных экоинноваций, до 5, означающего внедрение всех пяти практик. Таким образом, зависимая переменная отражает широту процессных экоинноваций, а не просто факт внедрения предприятием хотя бы одной такой практики.

3.2.2 Основные объясняющие переменные

Основными объясняющими переменными являются моды инноваций STI (наука, технологии и инновации) и DUI (обучение через действие, использование и взаимодействие). Следуя разграничению между научно-ориентированными и основанными на опыте модами обучения, предложенному Jensen et al. (2007), обе моды инноваций операционализируются в виде аддитивных индексов на основе инновационной деятельности, отраженной в BEEPS.

Индекс STI отражает вовлеченность предприятий в деятельность, связанную с формальным, научным и технологическим созданием и приобретением знаний. Он рассчитывается как невзвешенная сумма трех бинарных показателей: (1) приобретение внешних знаний; (2) внутренние расходы на НИОКР; и (3) НИОКР, выполняемые по контракту внешними организациями. Полученный индекс принимает значения от 0 до 3, причем более высокие значения указывают на более широкую вовлеченность в деятельность, связанную с STI.

Индекс DUI отражает вовлеченность предприятий в организационное, основанное на опыте и взаимодействии обучение. Он рассчитывается как невзвешенная сумма шести бинарных показателей: (1) наличие международно признанной сертификации качества; (2) осведомленность работников о производственных целях; (3) членство в организации поддержки бизнеса; (4) регулярные встречи с поставщиками; (5) регулярные встречи с производственным персоналом; и (6) формальные программы обучения для постоянных работников, занятых полный рабочий день. Полученный индекс принимает значения от 0 до 6, причем более высокие значения означают более широкую вовлеченность в деятельность, связанную с DUI.

3.2.3 Экологические требования клиентов и члены взаимодействия

Экологические требования клиентов (env_cert_req) равны 1, если клиенты требуют соблюдения международно признанной экологической сертификации или экологических стандартов. В моделях по отдельным регионам члены взаимодействия STI × env_cert_req и DUI × env_cert_req используются для проверки того, модерируют ли эти требования связи между модами инноваций и процессными экоинновациями.

3.2.4 Контрольные переменные

В моделях контролируются производственный сектор, размер предприятия, возраст предприятия и ориентация на международный рынок; их определения и измерение представлены в таблице 2.

Таблица 2. Построение и измерение переменных

Переменная	Роль	Построение и измерение
Процессные экоинновации (process_eco_innov)	Зависимая переменная	Аддитивный счетный индекс от 0 до 5, представляющий собой невзвешенную сумму пяти бинарных показателей внедрения: (1) экологически безопасного производства энергии на предприятии; (2) практик управления энергопотреблением; (3) минимизации отходов, переработки и управления отходами; (4) мер по контролю загрязнения воздуха; и (5) практик управления водными ресурсами. Более высокие значения означают более широкое внедрение практик процессных экоинноваций.
STI	Основная объясняющая переменная	Аддитивный индекс от 0 до 3, представляющий собой невзвешенную сумму трех бинарных показателей: (1) приобретение внешних знаний; (2) внутренние расходы на НИОКР; и (3) НИОКР, выполняемые внешними организациями по контракту. Более высокие значения означают более широкую вовлеченность в деятельность, связанную с STI.
DUI	Основная объясняющая переменная	Аддитивный индекс от 0 до 6, представляющий собой невзвешенную сумму шести бинарных показателей: (1) международно признанная сертификация качества; (2) осведомленность работников о производственных целях; (3) членство в организации поддержки бизнеса; (4) регулярные встречи с поставщиками; (5) регулярные встречи с производственными работниками; и (6) формальные программы обучения постоянных работников, занятых полный рабочий день. Более высокие значения означают более широкую вовлеченность в деятельность, связанную с DUI.
Требования клиентов к экологической сертификации (env_cert_req)	Переменная требований клиентов к экологической сертификации	Бинарный показатель, равный 1, если клиенты требуют соблюдения международно признанной экологической сертификации или экологических стандартов, и 0 — в противном случае.
STI × требования клиентов к экологической сертификации	Член взаимодействия	Взаимодействие между вовлеченностью в STI и требованиями клиентов к экологической сертификации.
DUI × требования клиентов к экологической сертификации	Член взаимодействия	Взаимодействие между вовлеченностью в DUI и требованиями клиентов к экологической сертификации.
Производство	Контрольная переменная	Бинарный показатель, равный 1, если предприятие работает в производственном секторе, и 0 — в противном случае.
Логарифм размера предприятия	Контрольная переменная	Натуральный логарифм числа постоянных работников, занятых полный рабочий день.
Логарифм возраста предприятия	Контрольная переменная	Натуральный логарифм возраста предприятия, измеряемого количеством лет с момента его основания.
Ориентация на международный рынок	Контрольная переменная	Бинарный показатель, равный 1, если основным рынком предприятия является международный рынок, и 0, если он преимущественно местный или национальный.

3.3 Эмпирическая стратегия

Эмпирический анализ проводился в три этапа. Во-первых, для каждого макрорегиона отдельно оцениваются порядковые логит-модели, чтобы исследовать взаимосвязи между STI, DUI, требованиями клиентов к экологической сертификации и процессными экоинновациями в каждом макрорегионе. Эти региональные модели показывают, как объясняющие переменные связаны с процессными экоинновациями в каждом институциональном контексте. Во-вторых, для всей выборки оценивается порядковая логит-модель на объединенной выборке. Эта спецификация включает взаимодействия между региональными индикаторами и индексами STI и DUI, что позволяет формально проверить, различаются ли связи двух мод инноваций с процессными экоинновациями между макрорегионами. В-третьих, рассчитываются средние предельные эффекты, чтобы облегчить интерпретацию нелинейных оценок порядковой логит-модели и сопоставить величину эффектов STI и DUI между регионами.

Порядковая логит-модель является подходящей, поскольку зависимая переменная имеет шесть упорядоченных исходов: от отсутствия внедренных практик процессных экоинноваций до внедрения всех пяти практик. Модель связывает объясняющие переменные с латентной склонностью предприятия к процессным экоинновациям следующим образом:

$$PEI_i^* = \beta_0 + \beta_1 STI_i + \beta_2 DUI_i + \beta_3 CERT_i + \beta_4 (STI_i \times CERT_i) + \beta_5 (DUI_i \times CERT_i) + \gamma X_i + \varepsilon_i$$

где PEI_i^* обозначает латентную склонность к процессным экоинновациям; STI_i и DUI_i представляют два индекса мод инноваций; $CERT_i$ обозначает требования клиентов к экологической сертификации; а X_i представляет собой вектор контрольных переменных на уровне предприятия, включающий сектор деятельности, размер предприятия, возраст предприятия и ориентацию на международный рынок. Наблюдаемая зависимая переменная принимает значения от 0 до 5 в соответствии с пороговыми параметрами, которые преобразуют латентную склонность в шесть упорядоченных категорий результата.

Для оценки межрегиональной неоднородности в модель, оцененную на объединенной выборке, добавляются региональные индикаторы и их взаимодействия с STI и DUI. Центральная Азия используется в качестве референтной категории, поэтому коэффициенты при региональных членах взаимодействия показывают, отличаются ли связи STI и DUI с процессными экоинновациями в Восточной Европе, Южной Европе и Северной Африке от соответствующих связей, наблюдаемых в Центральной Азии. Требования клиентов к экологической сертификации включаются в модель, оцененную на объединенной выборке, как контрольная переменная.

$$PEI_i^* = \beta_0 + \beta_1 STI_i + \beta_2 DUI_i + \beta_3 CERT_i + \delta R_i + \theta (STI_i \times R_i) + \lambda (DUI_i \times R_i) + \gamma X_i + \varepsilon_i$$

где R_i представляет набор региональных индикаторов, а X_i обозначает вектор контрольных переменных на уровне предприятия. Региональные члены взаимодействия отражают различия в связях STI и DUI с процессными экоинновациями между макрорегионами. Совместные тесты значимости членов взаимодействия используются для оценки того, является ли межрегиональная неоднородность статистически значимой.

4. Результаты

4.1 Описательная статистика

В таблице 3 показано совместное распределение предприятий по индексам мод инноваций STI и DUI в четырех макрорегионах, а в таблице 4 представлена описательная статистика для переменных, включенных в эмпирический анализ. Вместе эти описательные результаты позволяют оценить, как распространенность STI и DUI, а также уровень процессных экоинноваций различаются между макрорегионами.

Таблица 3. Совместное распределение STI и DUI по макрорегионам, %

Регион	STI	DUI=0	DUI=1	DUI=2	DUI=3	DUI=4	DUI=5	DUI=6	Всего
Центральная Азия	STI=0	0,70	1,40	9,60	19,20	21,64	8,20	2,09	62,83
	STI=1	0,00	1,05	1,40	3,84	4,89	3,84	1,05	16,06
	STI=2	0,17	0,17	1,57	2,62	4,36	2,79	1,57	13,26
	STI=3	0,00	0,00	0,17	1,75	1,92	3,14	0,87	7,85
	Всего	0,87	2,62	12,74	27,40	32,81	17,98	5,58	100,00
Восточная Европа	STI=0	0,58	2,37	7,70	13,16	15,92	11,68	4,94	56,35
	STI=1	0,00	0,51	1,93	3,47	6,68	5,84	3,59	22,02
	STI=2	0,00	0,06	0,83	1,54	4,11	5,26	2,70	14,51
	STI=3	0,00	0,00	0,26	0,00	1,22	3,40	2,25	7,12
	Всего	0,58	2,95	10,72	18,16	27,92	26,19	13,48	100,00
Южная Европа	STI=0	0,17	0,50	2,51	7,86	19,90	14,05	6,52	51,51
	STI=1	0,00	0,17	1,00	3,68	8,03	8,36	4,18	25,42
	STI=2	0,00	0,00	0,00	0,84	3,18	5,35	4,18	13,55
	STI=3	0,00	0,00	0,00	0,00	4,18	2,51	2,84	9,53
	Всего	0,17	0,67	3,51	12,37	35,28	30,27	17,73	100,00
Северная Африка	STI=0	0,16	4,70	8,10	18,80	32,58	15,88	5,02	85,25
	STI=1	0,00	0,16	0,49	0,32	1,94	2,76	1,46	7,13
	STI=2	0,00	0,00	0,00	0,81	1,78	1,62	0,65	4,86
	STI=3	0,00	0,00	0,16	0,81	0,97	0,49	0,32	2,76
	Всего	0,16	4,86	8,75	20,75	37,28	20,75	7,46	100,00

Примечание. Проценты рассчитаны относительно числа предприятий соответствующего макрорегиона; в каждом макрорегионе их сумма равна 100. Интенсивность цвета соответствует доле предприятий в ячейке.

Описательные данные указывают на отчетливые различия в инновационных профилях предприятий в четырех макрорегионах. Деятельность, связанная с DUI, широко распространена, особенно в Восточной и Южной Европе, тогда как участие в STI значительно более ограничено. Доля предприятий, не сообщающих о деятельности STI, варьируется от 51,5% в Южной Европе до 85,3% в Северной Африке. Южная Европа демонстрирует наибольшую концентрацию предприятий с высокой интенсивностью DUI и самую большую долю предприятий, сочетающих относительно высокие уровни STI и DUI.

Таблица 4. Описательная статистика по макрорегиональным группам

Переменная	Центральная Азия Среднее (ст. откл.)	Восточная Европа Среднее (ст. откл.)	Южная Европа Среднее (ст. откл.)	Северная Африка Среднее (ст. откл.)
N	573	1558	598	617
Процессные экоинновации	2,307 (1,778)	2,045 (1,607)	2,604 (1,762)	1,199 (1,434)
STI	0,661 (0,981)	0,724 (0,958)	0,811 (0,999)	0,251 (0,672)
DUI	3,649 (1,201)	4,024 (1,330)	4,436 (1,084)	3,822 (1,224)
Требования клиентов к экологической сертификации	0,230 (0,421)	0,320 (0,466)	0,344 (0,476)	0,169 (0,375)
Производство	0,689 (0,463)	0,739 (0,440)	0,692 (0,462)	0,807 (0,395)
Логарифм размера предприятия	4,899 (0,913)	4,996 (0,891)	4,905 (0,846)	5,033 (1,000)
Логарифм возраста предприятия	2,598 (0,821)	3,046 (0,623)	3,339 (0,788)	3,078 (0,653)
Ориентация на международный рынок	0,119 (0,324)	0,335 (0,472)	0,391 (0,488)	0,193 (0,395)

Таблица 4 далее показывает, что Южная Европа имеет самый высокий средний уровень процессных экоинноваций (2,604), тогда как Северная Африка — самый низкий (1,199). Южная Европа также характеризуется самыми высокими средними значениями STI (0,811) и DUI (4,436), тогда как Северная Африка сочетает самый низкий уровень STI (0,251) с относительно высокой вовлеченностью в DUI (3,822). Центральная Азия, однако, сочетает относительно ограниченное участие в STI со сравнительно высоким показателем процессных экоинноваций (2,307). Таким образом, описательные данные подтверждают ожидание H5 о широком применении DUI в Восточной и Южной Европе, но дают лишь частичную поддержку H1, поскольку низкий уровень процессных экоинноваций особенно отчетливо наблюдается только в Северной Африке.

Эти описательные закономерности создают основу для проверки того, сохраняются ли связи между STI, DUI и процессными экоинновациями после учета характеристик предприятий.

4.2 Региональные порядковые логит-модели

В таблице 5 представлены отдельные порядковые логит-модели для Центральной Азии, Восточной Европы, Южной Европы и Северной Африки. Коэффициенты описывают связи внутри регионов, тогда как формальные межрегиональные различия рассматриваются в модели с взаимодействиями, оцененной на объединенной выборке.

Таблица 5. Региональные порядковые логит-модели

Переменная	Центральная Азия	Восточная Европа	Южная Европа	Северная Африка
STI	0,208** (0,089)	0,385*** (0,067)	0,295*** (0,099)	0,445*** (0,112)
DUI	0,256*** (0,075)	0,206*** (0,044)	0,324*** (0,097)	−0,051 (0,067)
Требования клиентов к экологической сертификации	1,536*** (0,580)	1,308*** (0,384)	2,382*** (0,712)	−0,168 (0,746)
STI × требования клиентов к экологической сертификации	0,029 (0,195)	−0,028 (0,103)	−0,146 (0,149)	−0,220 (0,343)
DUI × требования клиентов к экологической сертификации	−0,180 (0,155)	−0,113 (0,086)	−0,146 (0,158)	0,494*** (0,183)
Производство	0,913*** (0,178)	0,373*** (0,107)	0,657*** (0,166)	0,738*** (0,203)
Логарифм размера предприятия	0,240** (0,095)	0,254*** (0,051)	0,303*** (0,090)	0,189** (0,091)
Логарифм возраста предприятия	0,110 (0,093)	0,047 (0,079)	0,237** (0,106)	0,405*** (0,117)
Ориентация на международный рынок	0,604*** (0,233)	0,059 (0,100)	0,465*** (0,173)	−0,584*** (0,202)
Наблюдения	573	1558	598	617
Псевдо-R^2	0,0619	0,0564	0,1129	0,0803
χ^2 Вальда	106,79***	315,82***	239,20***	137,45***

*Примечание. Коэффициенты порядковой логит-модели; робастные стандартные ошибки указаны в скобках. *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,10. Пороговые параметры опущены.*

Региональные модели выявляют две различные закономерности. STI положительно и статистически значимо связана с процессными экоинновациями во всех четырех макрорегионах, что указывает на относительно устойчивую связь в разных региональных контекстах. Напротив, DUI положительно и статистически значимо связана с процессными экоинновациями в Центральной Азии, Восточной Европе и Южной Европе, но не в Северной Африке. В моделях с взаимодействиями основной коэффициент DUI относится к предприятиям, клиенты которых не предъявляют требований к экологической сертификации; при наличии таких требований связь определяется суммой основного коэффициента и коэффициента взаимодействия.

Требования клиентов к экологической сертификации положительно и статистически значимо связаны с процессными экоинновациями в Центральной Азии, Восточной Европе и Южной Европе, но не в Северной Африке. Взаимодействие STI × экологическая сертификация не является статистически значимым ни в одном регионе. Взаимодействие DUI × экологическая сертификация также незначимо в Центральной Азии, Восточной Европе и Южной Европе, однако является положительным и

статистически значимым в Северной Африке. Этот результат указывает на то, что требования к экологической сертификации могут усиливать связь между DUI и процессными экоинновациями именно там, где самостоятельная связь DUI статистически незначима.

Среди контрольных переменных производственный сектор и размер предприятия в целом положительно связаны с процессными экоинновациями, тогда как связи для возраста предприятия и ориентации на международный рынок различаются между регионами.

В целом региональные результаты поддерживают гипотезы H6 и H7, дают частичную поддержку H2 и H4 и не поддерживают H3. Гипотеза H4 получает частичную поддержку, поскольку взаимодействие DUI × экологическая сертификация является положительным и значимым в Северной Африке, но не в Центральной Азии. Поскольку региональные модели оцениваются отдельно, формальные тесты межрегиональной неоднородности представлены в следующей модели на объединенной выборке.

4.3 Порядковая логит-модель на объединенной выборке с членами региональных взаимодействий

В таблице 6 представлена порядковая логит-модель на объединенной выборке с членами региональных взаимодействий, где Центральная Азия используется в качестве референтной категории.

Таблица 6. Порядковая логит-модель на объединенной выборке с членами региональных взаимодействий

Переменная	Коэффициент (робастная стандартная ошибка)
Восточная Европа	−0,152 (0,306)
Южная Европа	−0,425 (0,417)
Северная Африка	−0,599 (0,369)
STI	0,239*** (0,086)
Восточная Европа × STI	0,076 (0,098)
Южная Европа × STI	0,070 (0,114)
Северная Африка × STI	0,120 (0,132)
DUI	0,264*** (0,073)
Восточная Европа × DUI	−0,138* (0,080)
Южная Европа × DUI	0,053 (0,102)
Северная Африка × DUI	−0,227** (0,096)
Требования клиентов к экологической сертификации	1,074*** (0,078)
Производство	0,592*** (0,074)
Логарифм размера предприятия	0,243*** (0,037)
Логарифм возраста предприятия	0,166*** (0,048)
Ориентация на международный рынок	0,113 (0,073)
Наблюдения	3346
χ^2 Вальда (16)	943,32***
Псевдо-R^2	0,0836
Логарифм псевдоправдоподобия	−5 363,292

*Примечание. Центральная Азия является референтной категорией. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,10$.*

Модель, оцененная на объединенной выборке, показывает, что STI положительно и статистически значимо связана с процессными экоинновациями в референтном регионе — Центральной Азии. Ни один из региональных членов взаимодействия с STI не является статистически значимым, а совместный тест взаимодействий STI не выявляет значимых межрегиональных различий ($\chi^2(3) = 0,92$; $p = 0,820$). Это указывает на то, что положительная связь между STI и процессными экоинновациями сравнительно стабильна между макрорегионами.

Напротив, результаты для DUI демонстрируют значительно более выраженную региональную вариацию. Взаимодействие между DUI и Восточной Европой является отрицательным и слабо статистически значимым, тогда как взаимодействие между DUI и Северной Африкой является отрицательным и статистически значимым, что указывает на более слабую связь DUI с процессными экоинновациями по сравнению с Центральной Азией. Взаимодействие с Южной Европой не является статистически значимым. Совместный тест Вальда для взаимодействий DUI статистически значим ($\chi^2(3) = 11,39$; $p = 0,010$), что подтверждает наличие межрегиональной неоднородности связи DUI.

Требования к экологической сертификации сохраняют положительную связь с процессными экоинновациями в модели на объединенной выборке, тогда как ориентация на международный рынок больше не является статистически значимой.

В совокупности полученные результаты дают частичную поддержку H1, H2 и H4, не поддерживают H3 и поддерживают H5–H7. Тесты модели на объединенной выборке показывают, что связь STI с процессными экоинновациями статистически устойчива между макрорегионами, тогда как связь DUI демонстрирует значительно большую неоднородность.

4.4 Средние предельные эффекты

Средние предельные эффекты (AME) были рассчитаны для облегчения содержательной интерпретации оценок порядковой логит-модели (рис. 2 и 3). Результаты подтверждают закономерности, выявленные в модели на объединенной выборке. STI имеет положительный и статистически значимый предельный эффект на вероятность принадлежности к высшей категории процессных экоинноваций во всех четырех макрорегионах, при отсутствии значимых межрегиональных различий. Напротив, DUI демонстрирует более выраженную региональную неоднородность: ее предельный эффект положителен и значим в Центральной Азии, Восточной Европе и Южной Европе, но близок к нулю и статистически незначим в Северной Африке.

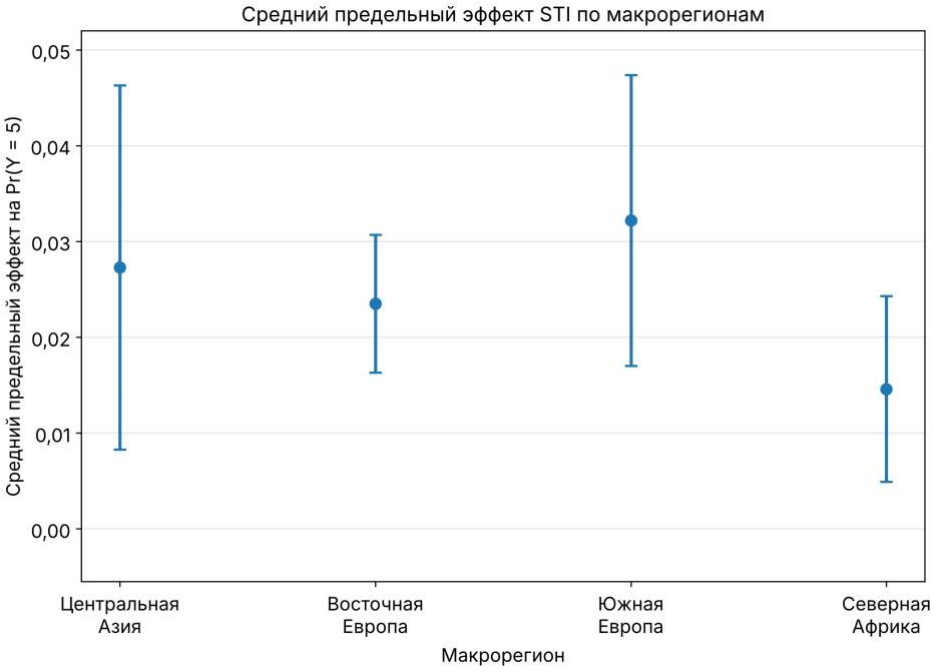


Рисунок 2. Средние предельные эффекты STI по макрорегионам

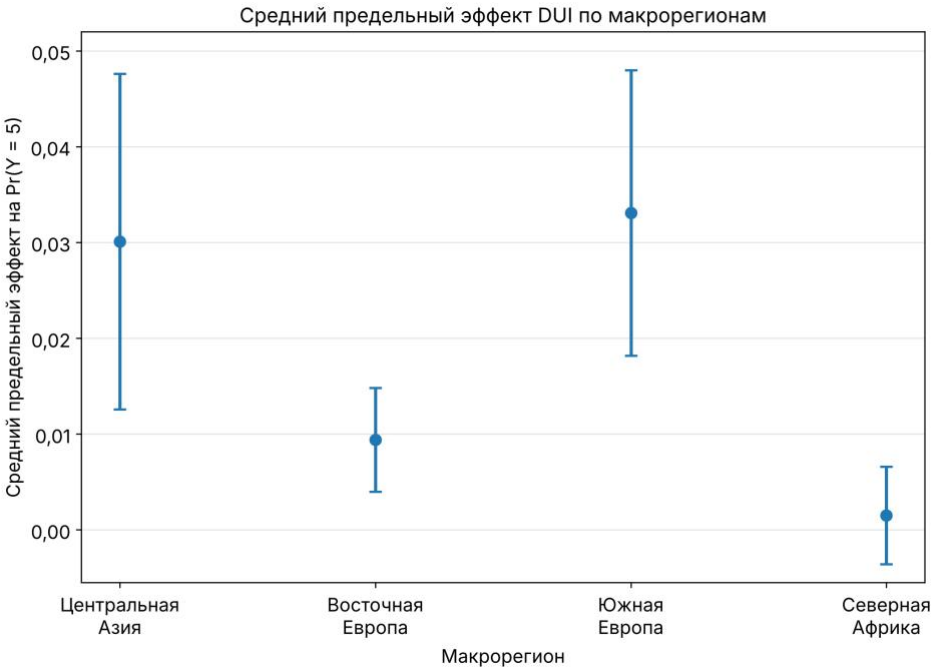


Рисунок 3. Средние предельные эффекты DUI по макрорегионам

4.5 Проверка устойчивости результатов

Чтобы оценить, чувствительны ли основные результаты к внутренней неоднородности макрорегиона Восточной Европы, были проведены две дополнительные проверки устойчивости. Во-первых, отдельные региональные порядковые логит-модели были оценены для постсоветских стран Восточной Европы (Беларусь, Молдова и Украина) и стран Восточной Европы — членов ЕС (Болгария, Чехия, Эстония, Венгрия, Латвия, Литва, Польша, Румыния, Словакия). Во-вторых, модель на объединенной выборке была переоценена после исключения постсоветских стран Восточной Европы из аналитической выборки.

Отдельные порядковые логит-модели для двух групп стран Восточной Европы дали качественно сходные результаты (табл. 7). Аналогично спецификация с исключением постсоветских стран Восточной Европы дала результаты, содержательно согласующиеся с основной спецификацией, в которой постсоветские страны Восточной Европы включены в макрорегион Восточной Европы (табл. 8). В частности, совместный тест взаимодействий STI остается незначимым, тогда как совместный тест взаимодействий DUI остается статистически значимым. Средние предельные эффекты STI и DUI также остаются практически неизменными.

Таблица 7. Отдельные порядковые логит-модели для групп стран Восточной Европы

Переменная	Постсоветские страны Восточной Европы	Страны Восточной Европы — члены ЕС
STI	0,384*** (0,123)	0,358*** (0,082)
DUI	0,352*** (0,078)	0,256*** (0,060)
Требования клиентов к экологической сертификации	0,884 (0,542)	1,676*** (0,539)
STI × требования клиентов к экологической сертификации	−0,232 (0,179)	0,058 (0,129)
DUI × требования клиентов к экологической сертификации	−0,035 (0,140)	−0,191 (0,117)
Производство	0,599*** (0,180)	0,231* (0,134)
Логарифм размера предприятия	0,124 (0,078)	0,311*** (0,072)
Логарифм возраста предприятия	0,158 (0,117)	−0,046 (0,105)
Ориентация на международный рынок	0,436** (0,202)	0,105 (0,121)

*Примечание. В таблице представлены коэффициенты порядковой логит-модели; робастные стандартные ошибки указаны в скобках. Уровни значимости: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,10. Число наблюдений: 542 (постсоветские страны Восточной Европы) и 1016 (страны Восточной Европы — члены ЕС).*

Таблица 8. Сравнение результатов модели на объединенной выборке с включением и без включения постсоветских стран Восточной Европы

Индикатор	Без постсоветских стран Восточной Европы	Полная выборка, включая постсоветские страны Восточной Европы
Аналитическая выборка	2804	3346
Совместный тест: взаимодействие STI	$\chi^2(3)=1,01$, p=0,7999	$\chi^2(3)=0,92$, p=0,8201
Совместный тест: взаимодействие DUI	$\chi^2(3)=10,09$, p=0,0178	$\chi^2(3)=11,39$, p=0,0098
Северная Африка × DUI	−0,222** (0,096)	−0,227** (0,096)
Ориентация на международный рынок	0,128 (0,080)	0,113 (0,073)
Средний предельный эффект STI: Центральная Азия	0,0272	0,0273
Средний предельный эффект STI: Южная Европа	0,0316	0,0322
Средний предельный эффект STI: Восточная Европа	0,0220	0,0235
Средний предельный эффект STI: Северная Африка	0,0150	0,0146
Средний предельный эффект DUI: Центральная Азия	0,0301	0,0301
Средний предельный эффект DUI: Южная Европа	0,0328	0,0331
Средний предельный эффект DUI: Восточная Европа	0,0094	0,0094
Средний предельный эффект DUI: Северная Африка	0,0014	0,0015

Примечание. Первая спецификация исключает Беларусь, Молдову и Украину из аналитической выборки. Полная спецификация включает эти страны в макрорегион Восточной Европы, используемый в основном анализе. Средние предельные эффекты рассчитаны для вероятности внедрения всех пяти практик (process_eco_innov = 5).

В целом эти проверки устойчивости показывают, что основные результаты не обусловлены внутренней неоднородностью макрорегиона Восточной Европы. Поэтому мы сохраняем спецификацию с четырьмя макрорегионами, используемую в основном анализе, поскольку она обеспечивает наиболее содержательную сравнительную рамку для исследования региональной неоднородности.

5. Обсуждение

Настоящая работа предлагает новый взгляд на применение основных мод бизнес-инноваций в разных географических, исторических, институциональных и экономических макрорегионах Европы, Азии и Африки. Большинство известных исследований сосредоточено на европейских или американских странах и, как правило, проводится на уровне отдельных стран (Jensen et al., 2007; Fitjar and Rodríguez-Pose, 2013; Nunes and Lopes, 2015; Parrilli and Alcalde-Heras, 2016; Thomä, 2017; Lee and

Miozzo, 2019; Doloreux and Shearmur, 2023, среди многих других). Лишь немногие работы распространяют этот подход на догоняющие регионы (Chen et al., 2011; Malaver Rodríguez, 2017). В данном исследовании мы анализируем и сравниваем существенно различающиеся макрорегионы, сформированные их географическим положением, историей, культурой и институтами (Sedita et al., 2022; Parrilli et al., 2025). Ожидается, что эти особенности имеют значение для мод бизнес-инноваций в продвижении того типа инноваций, который стал центральным для устойчивого промышленного развития в XXI веке, а именно процессных экоинноваций.

Полученные результаты можно интерпретировать с опорой на более широкую литературу об инновационных системах и инновационных возможностях предприятий, согласно которой способность предприятий к инновациям зависит не только от внутренних организационных ресурсов, но и от взаимодействия с внешними акторами и институциональной среды, в которую они встроены (Lundvall, 1992; Cooke et al., 1997). С этой точки зрения моды STI и DUI представляют собой разные механизмы, посредством которых предприятия преобразуют инновационные возможности в процессные экоинновации. Полученные результаты показывают, что чувствительность этих механизмов к региональным условиям различается.

Полученные результаты не свидетельствуют об одинаково выраженных различиях между всеми макрорегионами. Вместо существенной региональной неоднородности обеих мод инноваций выявляется более четкий контраст между STI и DUI. Мы ожидали, что мода DUI будет широко использоваться предприятиями во всех группах стран и будет доминировать в экоинновационной деятельности. Однако результаты показывают более сбалансированную картину, в которой STI последовательно играет важную роль во всех четырех макрорегионах.

Следует подчеркнуть, что выборка не включает микро- и малые предприятия и сосредоточена на средних и крупных предприятиях, которые, как правило, располагают более значительными ресурсами и поэтому способны вкладывать существенные ресурсы в деятельность STI. Эта особенность выборки может отчасти объяснять устойчивую связь STI с процессными экоинновациями во всех регионах. В отличие от многих предыдущих исследований, посвященных МСП, средние и крупные предприятия обычно располагают более формализованными процедурами НИОКР, более развитыми научно-технологическими компетенциями и большими организационными ресурсами. Поэтому при вовлечении в STI-деятельность эти возможности могут обеспечивать относительно устойчивый путь к развитию экоинноваций в различных региональных контекстах.

В большинстве регионов сохраняется высокая распространенность моды DUI (табл. 3). Однако с точки зрения оцененных эффектов вклад двух мод оказывается значительно более сбалансированным, а STI демонстрирует устойчивую положительную роль. Этот результат особенно важен, поскольку противоречит первоначальному ожиданию о том, что STI будет менее эффективна в технологически менее развитых макрорегионах. Возможное объяснение состоит в том, что STI опирается прежде всего на формальную деятельность в области НИОКР и аналитические, кодифицированные знания, которые, как правило, более стандартизированы и легче передаются через организационные и региональные границы, чем знания, основанные на опыте (Jensen et al., 2007; Asheim, 2012). Формальные НИОКР также повышают абсорбционную способность предприятий, позволяя им эффективнее распознавать, усваивать и использовать внешние знания (Cohen and Levinthal, 1990). В совокупности эти характеристики могут делать STI менее чувствительной к региональным институциональным различиям, чем

инновационную деятельность, основанную преимущественно на обучении через действие, использование и взаимодействие.

Как и в других подобных исследованиях (Chen et al., 2011; Malaver Rodríguez, 2017), этот результат относится к меньшей доле предприятий в рассматриваемых макрорегионах. Следовательно, его нельзя автоматически распространять на большинство предприятий в этих странах, тем более на малые предприятия. Вместе с тем важно отметить, что при использовании моды STI она служит перспективным механизмом развития экоинноваций даже в условиях догоняющего развития, открывая возможности для модернизации и сокращения разрыва для большего числа предприятий в этих регионах.

Мода DUI также оказывается эффективной, хотя и не во всех региональных контекстах. В отличие от STI, модель с взаимодействиями, оцененная на объединенной выборке, показывает, что эффект DUI в значительно большей степени зависит от контекста. Хотя DUI положительно связана с процессными экоинновациями в Центральной Азии, Восточной Европе и Южной Европе, в Северной Африке эта связь статистически незначима. Этот вывод согласуется с исследованиями, подчеркивающими, что обучение через действие, использование и взаимодействие зависит от организационных процедур и взаимодействия с поставщиками, клиентами и сотрудниками и поэтому может быть более чувствительным к институциональным условиям, чем научно-ориентированная инновационная деятельность (Jensen et al., 2007; Fitjar and Rodríguez-Pose, 2013; Parrilli and Alcalde-Heras, 2016).

Особенно важный результат связан с ролью требований клиентов к экологической сертификации. В Северной Африке положительное и статистически значимое взаимодействие DUI с требованиями клиентов к экологической сертификации показывает, что при наличии таких требований связь DUI с процессными экоинновациями усиливается. Это позволяет предположить, что одного лишь применения отдельных практик DUI может быть недостаточно для формирования процессных экоинноваций. Внешние экологические требования со стороны клиентов могут усиливать стимулы к организационному обучению и способствовать преобразованию знаний, основанных на опыте, в экологические инновации. Таким образом, требования клиентов к экологической сертификации могут выступать внешним механизмом, усиливающим результативность обучения через действие, использование и взаимодействие.

В целом анализ того, как архетипические бизнес-инновационные практики STI и DUI связаны с инновационными стратегиями предприятий, способствует лучшему пониманию участия предприятий в инновационной и экоинновационной деятельности. В более широком смысле наши результаты дополняют предыдущие исследования мод бизнес-инноваций, показывая, что региональная институциональная среда не оказывает одинакового влияния на инновационные возможности предприятий. Скорее, она формирует относительную эффективность различных мод инноваций, через которые предприятия преобразуют эти возможности в процессные экоинновации. Если STI оказывается сходной по направлению в разных регионах среди средних и крупных предприятий, то DUI в значительно большей степени зависит от региональных институциональных условий. Этот вывод уточняет предыдущие данные о модах бизнес-инноваций, подчеркивая, что каждая из мод по-своему зависит от институционального контекста, и предполагая, что продвижение экоинноваций может требовать различных административных инструментов в зависимости от того, опираются ли предприятия преимущественно на научно-обоснованные или опытно-ориентированные инновации.

6. Выводы

В настоящем исследовании изучались применение и эффективность двух основных мод бизнес-инноваций — STI (наука, технологии и инновации) и DUI (обучение через действие, использование и взаимодействие) — в развитии процессных экоинноваций в четырех макрорегионах, характеризующихся различными историческими, институциональными и экономическими траекториями: Центральной Азии, Восточной Европе, Южной Европе и Северной Африке. Сочетание региональных порядковых логит-моделей, моделей с взаимодействиями, оцененных на объединенной выборке, и средних предельных эффектов позволило комплексно оценить, варьируется ли вклад двух мод инноваций в зависимости от институционального контекста и модерируют ли требования клиентов к экологической сертификации соответствующие связи.

Эмпирические результаты показывают четкое различие между двумя модами инноваций. STI положительно связана с процессными экоинновациями во всех четырех макрорегионах, и ни модель с взаимодействиями, оцененная на объединенной выборке, ни средние предельные эффекты не дают свидетельств значимой региональной неоднородности. Напротив, DUI в значительно большей степени зависит от контекста. Хотя DUI положительно связана с процессными экоинновациями в Центральной Азии, Восточной Европе и Южной Европе, в Северной Африке эта связь является статистически незначимой. В то же время положительный и значимый член взаимодействия между DUI и требованиями клиентов к экологической сертификации в Северной Африке показывает, что внешние экологические требования могут усиливать способность DUI поддерживать процессные экоинновации в менее благоприятных институциональных условиях.

Можно выделить три основных вклада настоящей работы в исследования экоинноваций. Во-первых, наше исследование расширяет подход мод бизнес-инноваций за пределы преимущественно европейских контекстов, рассмотренных в известных работах, предлагая сравнительный анализ в более широкой географии. Во-вторых, оно демонстрирует, что региональная институциональная среда не влияет одинаково на все моды инноваций, а формирует относительную эффективность STI и DUI в развитии процессных экоинноваций. В-третьих, фокусируясь на средних и крупных предприятиях, исследование показывает, что STI остается эффективным механизмом трансформации научно-технического потенциала предприятий в процессные экоинновации даже в менее технологически развитых институциональных средах, тогда как эффективность DUI в большей степени зависит от внешних организационных и институциональных условий.

Полученные результаты имеют важное значение для управления предприятиями и государственной политики. Менеджерам следует учитывать, что разные моды инноваций требуют различной организационной и институциональной поддержки. Инвестиции в формальные НИОКР и научно-технологический потенциал, статистически связаны с более широким внедрением экологических практик в различных региональных условиях. Напротив, предприятия, опирающиеся прежде всего на обучение через действие, использование и взаимодействие, могут укреплять сотрудничество с экологически требовательными клиентами и другими внешними партнерами, способствующими организационному обучению. Для лиц, принимающих

политические решения, результаты показывают, что универсальный подход к продвижению экоинноваций вряд ли будет одинаково эффективным во всех регионах. Политика, поддерживающая участие в деятельности STI, может иметь широкую применимость, тогда как инициативы, направленные на усиление DUI, целесообразно адаптировать к региональным условиям и дополнять рыночными и организационными стимулами к экологически ориентированному обучению.

Исследование имеет ряд ограничений, которые одновременно задают направления дальнейшей работы. Во-первых, анализ основан на перекрестных данных BEEPS и поэтому не позволяет проследить динамику инновационных стратегий предприятий или установить причинно-следственные связи во времени. Будущие исследования могут использовать продольные или панельные данные. Во-вторых, выборка ограничена предприятиями с численностью занятых 50 и более человек, поскольку ряд вопросов BEEPS, необходимых для построения DUI, задавался только предприятиям такого размера. Поэтому полученные результаты нельзя напрямую распространять на микро- и малые предприятия. В-третьих, классификация по четырем макрорегионам неизбежно объединяет страны с неоднородными институциональными, экономическими и инновационными системами. Проведенные проверки устойчивости снижают опасения относительно состава восточноевропейской группы, однако анализ на уровне отдельных стран или многоуровневые модели могли бы обеспечить более детальное понимание роли национальных условий. Наконец, показатели STI, DUI и процессных экоинноваций построены как аддитивные индексы и отражают широту зафиксированных видов деятельности, но не их интенсивность, качество или экономические и экологические результаты. Дальнейшие исследования могли бы дополнить опросные данные более детальными показателями инновационных инвестиций, организационного обучения и экологической результативности.

Библиография

1. Alhusen, H., Bennat, T., Bizer, K., Cantner, U., Horstmann, E., Kalthaus, M., Proeger, T., Sternberg, R., Töpfer, S. (2021) A new measurement conception for the “doing-using-interacting” mode of innovation. Research Policy, 50(4), 104214. https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104214
2. Apanasovich, N., Alcalde, H., Parrilli, M. D. (2016) The impact of business innovation modes on innovation performance: The case of Belarus. Technovation, 57–58, 30–40.
3. Asheim, B. (2012) The changing role of learning regions in the globalizing knowledge economy: A theoretical re-examination. Regional Studies, 46(8): 993–1004. https://doi.org/10.1080/00343404.2011.607805
4. Batsaikhan, U., Dabrowski, M. (2017) Central Asia—twenty-five years after the breakup of the USSR. Russian Journal of Economics, 3(3): 296–320.
5. Blazek, J., Natsuda, K., Sykora, J. (2018) Entrance-exit dynamics of suppliers and the repercussions for reshaping the structure of GVCs/GPNs. European Planning Studies, 26: 2364–2386.
6. Burroni, L., Pavolini, E., Regini, M. (2020) Southern European political economies: In search of a road to development. Stato e Mercato, 40(1): 79–114. https://doi.org/10.1425/97510
7. Chen, J., Chen, Y., Vanhaverbeke, W. (2011) The influence of scope, depth, and orientation of external technology sources on the innovative performance of Chinese firms. Technovation, 31(8): 362–373. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.03.002
8. CIS (2014) Community Innovation Survey. European Commission, Eurostat.
9. Cohen, W. M., Levinthal, D. A. (1990) Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. Administrative Science Quarterly, 35(1): 128–152.
10. Cooke, P., Uranga, M. G., Etxebarria, G. (1997) Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. Research Policy, 26(4–5): 475–491.
11. De Marchi, V. (2012) Environmental innovation and R&D cooperation: Empirical evidence from Spanish manufacturing companies. Research Policy, 41: 614–623.
12. Demirel, P., Kesidou, E. (2019) Sustainability-oriented capabilities for eco-innovation. Business Strategy and the Environment, 28: 847–857.
13. Diao, X., McMillan, M., Rodrik, D. (2019) The recent growth boom in developing economies: A structural-change perspective. In The Palgrave Handbook of Development Economics: Critical Reflections on Globalisation and Development (pp. 281–334). Palgrave Macmillan.
14. Doloreux, D., Shearmur, R. (2023) Does location matter? STI and DUI innovation modes in different geographic settings. Technovation, 119, 102609.
15. Fitjar, R. D., Rodríguez-Pose, A. (2013) Firm collaboration and modes of innovation in Norway. Research Policy, 42(1): 128–138. https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.05.009
16. Ghisetti, C., Marzucchi, A., Montresor, S. (2015) The open eco-innovation mode: An empirical investigation of eleven European countries. Research Policy, 44: 1080–1093.
17. Greco, M., Germani, F., Grimaldi, M., Radicic, D. (2020) Policy mix or policy mess? Effects of cross-instrumental policy mix on eco-innovation in German firms. Technovation, 117: 102194. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102194
18. Haus-Reve, S., Fitjar, R. D., Rodríguez-Pose, A. (2019) Does combining different types of collaboration always benefit firms? Collaboration, complementarity and product innovation in Norway. Research Policy, 48(6): 1476–1486.

19. Haus-Reve, S., Fitjar, R. D., Rodríguez-Pose, A. (2023) DUI it yourself: Innovation and activities to promote learning by doing, using, and interacting within the firm. Industry and Innovation, 30(8): 1008–1028.
20. Hollanders, H., Es-Sadki, N. (2021) European Innovation Scoreboard 2021. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
21. Horbach, J. (2014) Do eco-innovations need specific regional characteristics? An econometric analysis for Germany. Review of Regional Research, 34(1): 23–38. https://doi.org/10.1007/s10037-013-0079-4
22. Horbach, J. (2016) Empirical determinants of eco-innovation in European countries. Environmental Innovation and Societal Transitions, 19: 1–14.
23. Huang, X., Hu, Z., Liu, C., Yu, D., Yu, L. (2016) The relationships between regulatory and customer pressure, green organizational responses and green innovation performance. Journal of Cleaner Production, 112: 3423–3433.
24. Iammarino, S., Rodríguez-Pose, A., Storper, M. (2019) Regional inequality in Europe: Evidence, theory and policy implications. Journal of Economic Geography, 19(2): 273–298. https://doi.org/10.1093/jeg/lby021
25. Isaksen, A., Karlsen, J. (2010) Different modes of innovation and the challenge of connecting universities and industry: Case studies of two regional industries in Norway. European Planning Studies, 18(12): 1993–2008.
26. Jensen, M., Johnson, B., Lorenz, E., Lundvall, B. A. (2007) Forms of knowledge and modes of innovation. Research Policy, 36: 680–693.
27. Kammerer, D. (2009) The effects of customer benefits and regulation on environmental product innovation: Empirical evidence from appliance manufacturers in Germany. Ecological Economics, 68: 2285–2295.
28. Kemp, R., Pearson, P. (2008) Final report MEI project about measuring eco-innovation. UM Merit.
29. Lee, H., Miozzo, M. (2019) Which types of knowledge-intensive business services firms collaborate with universities for innovation? Research Policy, 48(7): 1633–1646.
30. Lundvall, B.-Å. (Ed.) (1992) National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning. Pinter Publishers.
31. Malaver Rodríguez, F. (2017) Heterogeneidad en la innovación: un fenómeno intra e interindustrial. Doctoral dissertation, Universidad de Deusto.
32. Marozau, R., Apanasovich, N., Guerrero, M. (2025) Beneath the surface: The complex relationship between gender diversity, DUI-mode, and innovation. The Journal of Technology Transfer. Advance online publication, 1–31.
33. Marzucchi, A., Montresor, S. (2017) Forms of knowledge and eco-innovation modes: Evidence from Spanish manufacturing firms. Ecological Economics, 131: 208–221.
34. Mazzucato, M. (2018) Mission-oriented innovation policies: Challenges and opportunities. Industrial and Corporate Change, 27(5): 803–815.
35. Nunes, S., Lopes, R. (2015) Firm performance, innovation modes and territorial embeddedness. European Planning Studies, 23: 1796–1826.
36. Parrilli, M. D., Alcalde-Heras, H. (2016) STI and DUI innovation modes: Scientific/technological and context-specific nuances. Research Policy, 45: 747–756.
37. Parrilli, M. D., Balavac, M., Radicic, D. (2020) Business innovation modes and their impact on innovation outputs: Regional variations and the nature of innovation across EU regions. Research Policy, 49, Article 104047.
38. Parrilli, M. D., Balavac-Orlić, M., Radicic, D. (2023) Environmental innovation across SMEs in Europe. Technovation, 119, Article 102541. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102541.

39. Parrilli, M. D., Balavac-Orlić, M., Radicic, D. (2025) Eco-innovation across SMEs in European macro-regions. Journal of Cleaner Production, 494: 144964. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.144964
40. Parrilli, M. D., Lu, Y. (2026) Business innovation modes in China's firms: Technological swing and the value of social capital. Journal of Evolutionary Economics, 36, Article 59. https://doi.org/10.1007/s00191-026-00978-1
41. Pomfret, R. (2021) Central Asian economies: Thirty years after dissolution of the Soviet Union. Comparative Economic Studies, 63(4): 537–556. https://doi.org/10.1057/s41294-021-00166-z
42. Rennings, K., Rammer, C. (2011) The impact of regulation-driven environmental innovation on innovation success and firm performance. Industry and Innovation, 18: 255–283.
43. Rodríguez-Pose, A., Ganau, R. (2022) Institutions and the productivity challenge for European regions. Journal of Economic Geography, 22(1): 1–25. https://doi.org/10.1093/jeg/lbab003
44. Schönfelder, N., Wagner, H. (2019) Institutional convergence in Europe. Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal, 13, Article 2019-3, 1–23. https://doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2019-3
45. Sedita, S. R., Blasi, S., Yang, J. (2022) The cultural dimensions of sustainable development. Sustainable Development, 30: 1838–1849.
46. Sobczak, E., Głuszczuk, D., Raszkowski, A. (2022) Eco-innovation and innovation level of the economy as a basis for the typology of EU countries. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(4), Article 2005. https://doi.org/10.3390/ijerph19042005
47. Stam, E., Wennberg, K. (2009) The roles of R&D in new firm growth. Small Business Economics, 33: 77–89.
48. Thomä, J. (2017) DUI mode learning and barriers to innovation—A case from Germany. Research Policy, 46(7): 1327–1339.
49. Trott, P., Simms, C. (2017) An examination of product innovation in low- and medium-technology industries: Cases from the UK packaged food sector. Research Policy, 46(3): 605–623.
50. Uyarra, E. (2011) Regional innovation systems revisited: Networks, institutions, policy and complexity. In The Role of the Regions, Networks, Scale, Territory (pp. 169–194). Region Skåne.