

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В. Ломоносова

*На правах рукописи*

**Ён Юнг Мин**

**Имплементация концепции энергетической устойчивости в экономическую модель сотрудничества (на примере стран Северо-Восточной Азии и России)**

Специальность 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством

(экономика природопользования)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата экономических наук

Москва - 2022

Работа выполнена на кафедре экономики природопользования  
экономического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

**Научный руководитель:**

**Никоноров Сергей Михайлович,**  
доктор экономических наук, доцент

**Официальные оппоненты:**

**Шевчук Анатолий Васильевич,** доктор  
экономических наук, руководитель отделения  
Совета по изучению производительных сил  
ФГБОУ ВО «Всероссийская академия внешней  
торговли Министерства экономического развития  
Российской Федерации»

**Тяглов Сергей Гаврилович,** доктор  
экономических наук, профессор, профессор  
кафедры экономики региона, отраслей и  
предприятий, руководитель Института Проблем  
устойчивого развития и охраны окружающей среды  
ФГОУ ВО «Ростовский государственный  
экономический университет» (РИНХ)

**Зворыкина Юлия Викторовна,** доктор  
экономических наук, заместитель директора АНО  
Институт исследований и экспертизы ВЭБ,  
профессор МГИМО

Защита диссертации состоится «22» июня 2022 г. в 12 часов 00 минут на заседании Диссертационного совета МГУ.08.05 Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по адресу: 119991, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 46, экономический факультет, аудитория № \_\_П4\_\_.  
e-mail: [mgu.08.05@yandex.ru](mailto:mgu.08.05@yandex.ru)

Диссертация находится на хранении в отделе диссертаций научной библиотеки МГУ имени М.В. Ломоносова (Ломоносовский просп., д. 27). С информацией об организации защиты и с диссертацией в электронном виде также можно ознакомиться на сайте ИАС «ИСТИНА»: <https://istina.msu.ru/dissertations/335839766/>

Автореферат разослан «\_\_22\_\_» .....мая.....2022 г.

Ученый секретарь  
Диссертационного совета,  
кандидат экономических наук

Илимбетова А.А.

## **I. Общая характеристика работы**

**Актуальность исследования.** Стабильное снабжение энергетическими ресурсами национальной экономики, а именно энергетическая безопасность – один из самых важных факторов для как роста экономики, так и для развития общества. Для ряда стран Северо-Восточной Азии (СВА) этот вопрос стоит особенно остро.

Республика Корея (РК) и Япония не имеют ископаемых источников топлива и зависят от импорта. Кроме того, у этих стран относительно высокая энергоёмкость промышленности. Для Китая (КНР) вопрос энергетической безопасности важен в связи с ростом промышленного производства. КНР имеет значительный объём энергетических ресурсов, но стабильный импорт энергетических ресурсов стал одним из важнейших приоритетов в энергетической стратегии страны. В случае с Россией проблемы и задачи в сфере энергетики отличаются от вышеуказанных стран, потому что Россия выступает в качестве производителя и экспортёра на мировом энергетическом рынке. Значит, стабильная добыча и экспорт энергоносителей – актуальные задачи России в сфере энергетики. Однако проблема заключается в том, что на сегодняшний день российские производственно-экспортные структуры не являются устойчивыми. Российской нефтегазовой отрасли, в связи с сокращающимся европейским рынком, необходимо найти новый рынок сбыта, в частности обратить особое внимание на рынок Северо-Восточной Азии.

Именно в данном контексте энергетическое сотрудничество СВА и России имеет огромное значение. Мы предполагаем, что реализовать энергетическое сотрудничество между странами СВА и Россией, учитывая их взаимодополняемость в энергетическом секторе, не является сложной задачей. Уже реализовано несколько проектов, в основном связанных с поставками ископаемых энергоресурсов. Например, в 2014 году правительство России договорилось с правительством Китая об экспортных поставках с 2018 года 380 млрд. куб. м газа в год через газопровод «Сила Сибири». Российский сжиженный природный газ (СПГ) занимает не больше 5% в РК и 9% в Японии к общему объёму импорта газа. РК и Япония начали импортировать российский газ от станции СПГ «Сахалин-2». В результате в 2015 году объём экспорта увеличился до 59 млн тнэ (тонн нефтяного эквивалента) российской нефти и до 11 млн тнэ газа в РК, Японию и Китай. Однако этого недостаточно, учитывая географическую близость данных стран и их взаимодополняемость в энергетическом секторе. В энергетических стратегиях стран СВА и России присутствуют следующие элементы: диверсификация импорта и экспорта энергоносителей; сокращение зависимости от стран Средней Азии в импорте газа; открытие нового рынка при экспорте энергоресурсов.

На современном этапе энергетическое сотрудничество между Россией и тремя странами СВА выходит на новый уровень. Но есть ряд обстоятельств, которые нуждаются в проработке: 1) нет ясности в определении понятия «энергетическое сотрудничество»; 2) не раскрыто определение выгоды, которую одна страна может получать от энергетического сотрудничества; 3) отсутствуют четкие критерии того, в каких условиях энергетическое сотрудничество стран может быть реализовано и какую выгоду эти страны получают при реализации данного сотрудничества.

Существующие работы рассматривают энергетическое сотрудничество в

странах СВА на основе неясного определения сотрудничества или изучают его на основе слишком узкого метода исследования.

Кроме того, нет чётко выраженной концепции «устойчивости», в рамках которой рассматривается деятельность в энергетическом секторе. Мы полагаем, что вопросы в сфере энергетики прямо связаны с концепцией устойчивого развития, поэтому необходимо определить понятие «устойчивость в энергетическом секторе» на национальном уровне.

Концепция «устойчивости» или «устойчивого развития» почти не освещается в исследованиях, посвящённых вопросу энергетического сотрудничества в СВА. Именно поэтому наша работа начинается именно с рассмотрения вопросов энергетической устойчивости и сотрудничества. Исходя из этого мы можем спроектировать условия для двустороннего и многостороннего энергетического сотрудничества в странах СВА и оценить размер выгоды каждой страны от сотрудничества.

Для анализа энергетических тенденций в последнее время в мире часто используется концепция «**энергетической трилеммы**», разработанная Мировым энергетическим советом (World Energy Council). Согласно концепции, каждому государству необходимо соблюдать баланс между тремя составляющими: энергетической безопасностью, энергетическим равенством и экологической устойчивостью. Все больше внимания в мире уделяется так называемому глобальному энергетическому переходу, связанному в том числе с изменением роли традиционных высокоуглеродных секторов энергетики и возобновляемых источников энергии.

**Степень разработанности проблемы.** Научные дебаты и теоретическое обоснование концепции «энергетической устойчивости» направлены на развитие концепции устойчивого развития. Исследования по этой теме выполняются с разных позиций. Первая позиция основана на анализе энергетического сектора в части создания индикаторов для политического применения концепции устойчивого развития. Данное направление представлено в следующих публикациях: Исследования при поддержке МАГАТЭ, работы Р. Сингха, С. Никонорова. Вторая позиция основана на анализе энергетического сектора в части создания индикаторов на уровне страны. Данный подход нашел отражение в исследованиях Ж. Хана, О. Джинкю, С. Бобылева, О. Кудрявцевой, С. Соловьевой, которые идентифицировали и разработали индикаторы энергетического сектора, определяющие устойчивое развитие мира в целом и отдельных стран. В свою очередь С. Афган, Т. Юнг, О. Черп, Л. Джуэлл, Э. Сантойо-Кастелазо, А. Азапагич, Э. фон Хиппель с соавторами развивают концепцию энергетической устойчивости, которая является, по нашему мнению, базовой. Разработкой индекса энергетической устойчивости и исследованиями по измерению данного показателя также занимались ведущие ученые. И. Ланглуа систематизирует и идентифицирует индикаторы энергетического сектора, которые позволяют производить измерение устойчивого развития на уровне страны и принимаются различными международными организациями. В работе Р. Броуна, Б. Совакула предлагается система энергетической устойчивости, которая основана на четырех аспектах: 1) «безопасность нефти»; 2) «надёжность электроэнергии»; 3) «энергетическая эффективность»; 4) «качество окружающей среды». В исследовании Броуна и Совакула разработан индекс, который учитывает такие характеристики, как доступность,

адекватность, эффективность, а также экологическое управление, и измеряет энергетическую устойчивость стран ОЭСР. Идриса и Бхаттачарья в своей публикации представляют критический анализ существующих систем индексов по измерению энергетической устойчивости и предлагают создать систему индексов, которая может измерять технологическую, экономическую, социальную, экологическую и институциональную устойчивость энергетической системы; авторами выполнено эмпирическое исследование на примере 20 развивающихся стран. В рамках данного направления были также рассмотрены работы Н. Нарулы и К. Редди, Б. Совакулы и Р. Броуна, Д. Радованович и др., Е. Лобовой и др., которые пытаются оценить энергетическую устойчивость различных стран путем создания комплексного индекса энергетической устойчивости. С точки зрения подхода к вопросу эти работы имеют общность с нашей работой: они оценивают энергетическую устойчивость различных стран путем создания комплексного индекса энергетической устойчивости. Нарула и Редди разработали систему индексов, которая оценивает энергетическую устойчивость в развивающихся странах в соответствии с концепциями доступности, адекватности по цене, эффективности и экологической приемлемости. Совакула и Броун использовали в своей работе те же концепции и оценивали энергетическую устойчивость в 21 стране ОЭСР. Д. Радованович с соавторами определили новый показатель энергетической безопасности, который включает экологические показатели и социальные компоненты, а также оценили энергетическую устойчивость в 28 странах ЕС. Е. Лобова с соавторами, используя концепции, аналогичные с работой Нарулы и Редди, оценивают энергетическую устойчивость в России. Анализ перечисленных работ послужил базой для определения в настоящем диссертационном исследовании структуры индекса энергетической устойчивости стран СВА и России. В нашей выборке были рассмотрены исследования по экономической устойчивости в сфере энергетики; по повышению энергоемкости; по энерго-социальной устойчивости; по энерго-экологической устойчивости и чистым источникам энергии. Шестопалов в своем исследовании определил концепцию экономической устойчивости в энергетическом секторе, то есть энергетической безопасности, стратегический аспект энергетической безопасности России изучали Грачев и Некрасов. Рассмотрены работы Хабибрахманова, Кузовкина, Морулевой, Оцуки, посвященные анализу детерминант энергоемкости в отдельных странах, эти работы были полезны для проведения эмпирического этапа в нашем исследовании. В контексте энерго-социальной устойчивости рассмотрена работа Жизнина, посвященная анализу управления (governence) в энергетическом секторе и влияния энергетики на устойчивое развитие. Среди исследований по вопросам энергетической бедности рассмотрены работы Ким и Лим, Радемекерс и др., Ромеро и др., которые проводят эмпирические исследования с целью оценки влияния фактора бедности на потребление топлива и энергетических услуг. Среди исследований по энергетическому неравенству нами изучены работы Парк, Якобсон и др., Дюбуа, Мейерв, Ву и др., в которых представлены результаты эмпирических исследований по неравенству в потреблении энергоуслуг в разных странах, таких как Республика Корея (Парк), Китай (Ву и др.), европейские страны (Дюбуа, Мейерв) и других (Якобсон и др.). В контексте энерго-экологической устойчивости рассмотрены работы Кима и Ли, Ли и Ли, Шина, в которых

анализируются факторы, влияющие на выбросы CO<sub>2</sub>, а также работы Маликовой, Васильева, Гречухиной и Краковской, которые посвящены политике развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ), важности ВИЭ в устойчивом развитии и развитии рынков ВИЭ.

Тема энергетического сотрудничества в странах СВА изучается на основе междисциплинарного подхода, с точки зрения различных отраслей знания: мировой политики, экономики и управления бизнесом, но наиболее активно она исследуется сферой мировой политики (или международных отношений). Это обусловлено прежде всего тем, что энергетическое сотрудничество между странами осуществляется в рамках межправительственного экономического сотрудничества в контексте отношений между странами. Помимо этого, существует ряд исследований, рассматривающих указанную проблематику с точки зрения экономики и политической экономии. Исследования в рамках мировой политики основаны на признании того, что энергетическое сотрудничество между странами СВА является аспектом международных отношений, а энергетические отношения этих стран зависят от геополитических проблем в регионе. Кроме того, исследования в данной сфере направлены на установление характера выгоды от энергетического сотрудничества с точки зрения энергетической безопасности. В представленном диссертационном исследовании мы проанализировали работы следующих авторов: Kwan-Ok Kim, Kyung-Taek Oh, Jae-seung Lee, Jung-won Cho, Yeoung-Hyeong Lee, Eder, Gu-ho Eom, Itoh, Г. Клейнер, В. Ивантер, А. Конопляник, В. Квинт, В. Крюков. Кроме того, были изучены публикации в сфере экономики и политэкономии, в частности работы таких авторов, как Gu-ho Eom, Lee, Sung Kyu & Ik-Joong Yoon, Wang, Guo, А. Некипелов, А. Пороховский, А. Аузан, Р. Гринберг, В. Полтерович, В. Колесов. Исследования, выполненные в рамках указанного подхода, имеют ту же основу, но в них применяются другие методики. Eom анализирует энергетическое сотрудничество стран СВА с Россией на основе теории игр. Lee, Sung Kyu & Ik-Joong Yoon изучают возможность сотрудничества и конкуренции между Японией и Китаем за российские энергоресурсы также в рамках теории игр. Используя политэкономический подход, Е. Шадрина рассматривает механизм создания энергетической стратегии России и изучает динамику факторов, влияющих на её стратегию. А. Конопляник анализирует необходимость и эффективность энергетического сотрудничества в рамках глобализации и Договора Энергетической хартии. Wang и Guo показывают условия развития энергетического сотрудничества между странами СВА на основе исследования эволюции организации сотрудничества в других регионах, а также утверждают, что энергетическое сотрудничество между странами СВА необходимо развивать и расширять.

Несмотря на достаточно большое количество исследований, посвященных проблеме энергетического сотрудничества среди стран СВА, трудно найти работы, которые исследуют данную тему с точки зрения регионального многостороннего сотрудничества на основе устойчивости энергетического сектора стран СВА. При подготовке диссертации использованы публикации, выполненные автором лично или в соавторстве, в которых, согласно Положению о присуждении ученых степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования: восемь

публикаций, общим объемом 6,25 п.л., с авторским вкладом 5,7 п.л.

**Целью исследования** является теоретическое и практическое обоснование оценки энергетической устойчивости стран СВА в рамках возможного многостороннего сотрудничества в сфере энергетики, в котором выгода от сотрудничества распределяется наиболее рациональным и оптимальным образом.

Для достижения цели были поставлены и последовательно решены следующие **задачи**:

- 1) рассмотреть теоретико-методологические аспекты энергетической устойчивости, вопросы энергетической безопасности, международного сотрудничества и устойчивого развития;
- 2) разработать авторский индекс энергетической устойчивости (ESS) на базе анализа теоретико-методологических основ концепции энергетической устойчивости;
- 3) провести оценку выгоды от энергетического сотрудничества по различным сценариям на базе анализа теоретико-методологических основ концепции энергетического сотрудничества и на базе анализа характерных черт энергетических стратегий стран СВА;
- 4) сформировать прогноз перераспределения выгод от энергетического сотрудничества.

**Объектом исследования** является концепция энергетической устойчивости, имплементированная в экономическую модель сотрудничества.

**Предметом исследования** являются экономические отношения в сфере энергетики и структура энергетического сотрудничества на основе энергетической устойчивости, которые обеспечивают увеличение устойчивости энергетических секторов стран СВА и гармонизацию экономического сотрудничества.

**Методология и методы исследования.** Для решения вышеуказанных исследовательских задач и достижения поставленной цели мы опираемся на институциональную теорию, на модели, описывающие сотрудничество. В качестве методологической основы используются коинтеграционный регрессионный анализ (Dynamic Ordinary Least Squares).

В нашем исследовании мы определяем выгоду от сотрудничества в энергетической сфере на основе устойчивости в энергетическом секторе и выражаем ее в виде индекса энергетической устойчивости (Energy Sustainability Index (ESS)). В случае с Кореей, Китаем и Японией этот индекс включает в качестве факторов энергетическую безопасность, связанную с поставками энергоносителей (в случае России – это экспорт); экологическую устойчивость, связанную с воздействием потребления энергии на окружающую среду; социально-экономическую доступность энергетических ресурсов: социальный доступ к энергетическим услугам и экономическую доступность потребления энергии. Мы выводим условия для максимизации ESS этих стран и сравниваем их с ESS при различных условиях сотрудничества.

Исходя из вышеперечисленного проанализируем и сравним размер выгоды каждой страны в рамках сотрудничества по возможным сценариям.

**Информационную базу** диссертации составляют научные труды российских и

зарубежных исследователей; официальные документы государств США и России, связанные с энергетическим сектором и устойчивым развитием; доклады стран США и международных организаций; данные Федеральной службы государственной статистики; данные Статистических бюро РК, Японии и КНР; данные Всемирного банка; данные Международного энергетического агентства, Международного агентства по возобновляемым источникам энергии; данные ОЭСР; данные UN Comtrade; данные British Petroleum, а также специализированные источники в сети Интернет.

**Научную новизну** данное исследование приобретает на основе нового, отличного от уже существующих, определения энергетического сотрудничества и разработки индекса выгоды стран, участвующих в энергетическом сотрудничестве (ESS), на основе устойчивости энергетического сектора и разработки модели энергетического сотрудничества в США.

1. Предложен новый подход к понятию «энергетическая устойчивость» и определено его на основе концепции устойчивого развития. Разработана методика определения индекса энергетической устойчивости, который дает возможность детально рассчитывать уровень энергетической устойчивости отдельной страны на основе эмпирических статистических данных и поэтому представляет собой универсальный практический инструмент для ее объективной оценки.

2. Впервые рассчитана и спрогнозирована энергетическая устойчивость стран Северо-Восточной Азии (СВА) и России до 2035 года по различным сценариям с использованием официальной статистики и энергетических стратегий этих стран, а также международных статистик. Выявлены основные факторы, влияющие на изменение энергетической устойчивости этих стран. Проведена оценка результатов энергетических стратегий стран США и России.

3. Уточнено понятие «энергетическое сотрудничество» с опорой на теорию сотрудничества институционализма. Определен баланс выгод, при котором может осуществляться энергетическое сотрудничество между странами США и Россией. На эмпирической основе показана динамика энергетической устойчивости стран США и России.

4. Впервые выполнен прогноз изменения выгоды отдельной страны в энергетическом секторе при сотрудничестве стран США и России, который не был представлен в более ранних научных работах по рассматриваемой теме. Оценена выгода, которую могут получить страны в рамках энергетического сотрудничества.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Систематизированы ведущие теоретические положения об энергетической устойчивости, энергетической безопасности и энергетическом сотрудничестве в зарубежных и отечественных исследованиях. На основе анализа теоретико-методологической базы и концепции устойчивого развития уточнен термин «энергетическая устойчивость». В рамках концепции устойчивого развития устойчивость энергетической системы может быть реализована тогда, когда энергетическая система удовлетворяет требованиям сбалансированной экономической, экологической и социальной устойчивости. В традиционной концепции выгода страны в энергетическом секторе определена в рамках концепции энергетической безопасности. В широком смысле энергетическая безопасность, как правило, относится



к стабильности поставок энергоресурсов в случае стран-импортеров энергоресурсов и к стабильности производства и экспорта энергоресурсов в случае стран-экспортеров энергоносителей. С нашей точки зрения, выгода страны в энергетическом секторе может определяться индексом энергетической устойчивости. Определение энергетического сотрудничества может быть обобщено путем применения импликаций теории институционализма: энергетическое сотрудничество является одним из балансовых пунктов, который может возникать в процессе повторяющихся взаимодействий между странами, имеющими общие выгоды и интересы в энергетическом секторе. Энергетическое сотрудничество – это своего рода совместные действия стран, которые влияют на степень корреляции прибылей, обеспечивают взаимопонимание в вопросах структуры прибылей и в выработке стратегий в энергетическом секторе экономики.

2. На основе авторской методики разработан индекс энергетической устойчивости (ESS), позволяющий определить выгоды той или иной страны в энергетическом сотрудничестве. Как показано в определении «энергетического сотрудничества», цель страны в энергетическом сотрудничестве – максимизировать выгоду в энергетическом секторе, поэтому в своей работе мы определили выгоду в энергетическом секторе через энергетическую устойчивость. Основываясь на этой концепции, выгоду энергетического сектора Республики Корея, Японии, Китая и России мы определяем в виде следующего уравнения:

$$\text{Выгода в национальном энергетическом секторе (V)} = \text{Энергетическая устойчивость (ESS)} = \text{Энергетическая безопасность (ESC)} + \text{Энерго-экологическая устойчивость (EES)} + \text{Энерго-социальная устойчивость (ESO)}.$$

Энергетическая устойчивость состоит из: 1) традиционной энергетической безопасности, которая подчеркивает экономическую роль энергетического сектора; 2) энерго-экологической устойчивости, учитывающей воздействие энергетической системы на окружающую среду; 3) энерго-социальной устойчивости энергетических услуг, учитывающей социальную роль энергетического сектора. Они отражают три основных столпа устойчивого развития: устойчивое экономическое развитие, устойчивое социальное развитие и экологичность.

3. В результате анализа теоретико-методологических основ концепции энергетического сотрудничества и на основе научных исследований по вопросам энергетической безопасности, международного сотрудничества и устойчивого развития была проведена оценка выгод от энергетического сотрудничества по различным сценариям. Сценарий «Reference» предполагает, что все переменные остаются неизменными и с ними сравниваются другие сценарии. Таким образом, сценарий «Reference» предполагает, что объемы российской сырой нефти, природного газа и угля, импортируемых Кореей, Японией и Китаем, к 2035 году останутся на уровне 2015 года и что ставка дисконтирования цен на российские энергоресурсы отсутствует. Доля в общем объеме поставок первичной энергии (ОППЭ) по источникам также сохраняет свою долю в 2015 году. В дополнение к этому мы применяем международные прогнозы цен на энергоносители для каждого сценария. Сценарий «Fossil Cooperation 1»

предполагает, что объём импорта российской сырой нефти и природного газа будет увеличиваться без дисконтирования цены и без изменения доли ОППЭ в каждой стране. Таким образом, сценарий «Fossil Cooperation 1» покажет влияние увеличения импорта российской сырой нефти и природного газа на показатели энергетической устойчивости данных стран. Сценарий «Fossil Cooperation 2» добавляет ценовой эффект российских энергоресурсов к эффекту увеличения объёма импорта в «Fossil Cooperation 1». В этом сценарии предполагается, что Россия экспортирует сырую нефть и природный газ в Корею, Японию и Китай со скидкой в 5% от международных цен. Сценарий «Non-cooperative transition» – это случай, когда Корея, Япония и Китай осуществляют энергетический переход без увеличения импорта российской сырой нефти и природного газа. Таким образом, сценарий «Non-cooperative transition» показывает эффект внутренней энергетической политики в каждой стране. Сценарий «Cooperative Transition» представляет собой синтез трех предыдущих сценариев, в котором учтены объем и цена российской энергии, а также энергетический баланс каждой страны.

4. На основании анализа энергетических стратегий стран СВА, проведенного на основе национальных официальных документов этих стран, автором разработан прогноз выгода от энергетического сотрудничества с использованием обычного динамического метода наименьших квадратов (DOLS: Dynamic Ordinary Least Square). Энергетическое сотрудничество между Кореей, Японией, Китаем и Россией выгодно для всех стран-участниц, но уровень выгод варьируется. Результаты сравнения индекса <Coop trans> во всех странах с индексом (Reference) свидетельствует об эффективности реализации энергетического сотрудничества. Однако размер роста индекса является различным по странам, как 4,8% и 4,1% в Китае и Японии, а 1,7% и 0,4% в РК и России. Кроме того, сравнение индекса (Fossil coop. 1 и 2) Кореи, Японии и Китая с их индексами ESS (Non-coop trans) показывает, что приоритетами политики повышения энергетической устойчивости таких стран-импортеров энергоносителей, как Корея, Япония и Китай, являются не традиционное энергетическое сотрудничество с Россией, а переход энергобаланса. С другой стороны, автором доказано, что многостороннее энергетическое сотрудничество является более эффективным, чем двустороннее энергетическое сотрудничество. Хотя многостороннее сотрудничество и не гарантирует максимальной выгоды для отдельных стран, тем не менее оно обеспечивает максимальную выгоду для стран-участниц в целом.

**Теоретическая значимость** диссертационного исследования заключается во вкладе в теоретическую разработку рассматриваемой проблемы. Наше исследование предполагает новый подход к определению выгоды энергетического сотрудничества с точки зрения устойчивого развития, а также даёт приращение знаний по теории энергетического сотрудничества между странами.

**Практическая значимость** диссертационного исследования заключается в том, что: 1) используя разработанную модель, можно оценить выгоду отдельной страны в энергетическом сотрудничестве на основе измерения устойчивости энергетической системы отдельной страны; 2) можно определить равновесие выгоды стран, участвующих в энергетическом сотрудничестве; 3) используя разработанный индекс энергетической устойчивости, можно решить ряд проблем энергетического

сотрудничества. Индекс энергетической устойчивости, предложенный в нашей работе, состоит из различных субиндексов и показателей в области производства энергии, составления энергетического баланса, влияния использования энергии на окружающую среду и социальной значимости энергии. Такие индексы и показатели могут оказать практическую помощь в создании политики по решению проблем в области отдельных источников энергии, таких как разнообразие импорта и экспорта ископаемых энергоресурсов, развитие возобновляемых источников энергии, повышение энергоемкости и расширение доступа к энергетическим услугам.

#### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

Диссертационное исследование соответствует паспорту научной специальности 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (экономика природопользования)». Содержание этой области исследования: проблемы экономической оценки природных ресурсов и социально-экономической эффективности их использования, прогнозирование сценариев развития социо-эколого-экономических систем, совершенствование методов управления природопользованием и охраной окружающей среды. Объект исследования: комплекс взаимоотношений между естественными условиями жизни общества и его социально-экономическим развитием на межгосударственном уровне, уровне страны, региона, предприятия. По пунктам: 7.1. Теоретические основы экономики природопользования и охраны окружающей среды. Устойчивость и эффективность социо-эколого-экономического развития. Система показателей устойчивого развития для совершенствования управления. 7.4. Социально-экономическая оценка эффективности и устойчивости природопользования и формирования среды обитания в социо-эколого-экономических системах разных уровней. 7.19. Разработка имитационной модели (в частности, эколого-экономической модели) для формирования сценариев развития социо-эколого-экономических систем в процессе принятия управленческих решений. 7.24. Исследование современного состояния и сценариев развития энергетических рынков. Энергоэффективность.

#### **Апробация и реализация результатов диссертации**

По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе: 5 работ – в научных журналах и изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности; 1 работа – в издании, входящем в перечень ВАК; 2 работы – в других научных журналах. Результаты проведенных исследований по теме диссертации освещены в докладе на конференции «Актуальные проблемы гуманитарных наук в XXI веке» (Москва, МГУ, 2016).

**Логика и структура диссертационной работы** соответствуют цели исследования и обеспечивают последовательное решение поставленных задач. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы. В соответствии с целью и поставленными в исследовании задачами, а также этапностью рассуждений определена следующая структура работы:

#### **Введение**

**Глава 1.** Теоретические основы и методология исследования энергетической устойчивости в экономической модели сотрудничества

1.1 Мировой опыт формирования энергетической устойчивости

1.2 Теоретические основы, методология исследования и инструментарий управления энергетической устойчивостью

1.3 Методология экономической модели сотрудничества

**Глава 2.** Анализ энергетических секторов Республики Корея, Японии, Китая и России, их стратегий и мотиваций в энергетическом сотрудничестве

2.1 Анализ энергетического сектора Кореи, Японии, Китая и России

2.2 Энергетические стратегии Кореи, Японии, Китая и России

**Глава 3.** Экономическая модель эффективности энергетического сотрудничества на основе энергетической устойчивости

3.1 Переменные и структура модели эффективности энергетического сотрудничества

3.2 Оценка прогноза энергетической устойчивости Кореи, Японии, Китая и России

3.3 Оценка выгоды от энергетического сотрудничества стран СВА и их сравнение

**Заключение**

**Список литературы**

## **II. Основное содержание работы**

### **1. Теоретическое рассмотрение определения энергетической устойчивости и энергетического сотрудничества**

В традиционной концепции выгода страны в энергетическом секторе определяется в рамках концепции энергетической безопасности. В широком смысле энергетическая безопасность, как правило, относится к стабильности поставок энергоресурсов в случае стран-импортеров энергоресурсов и к стабильности производства и экспорта энергоресурсов в случае стран-экспортеров энергоносителей.

Традиционные дискуссии по энергетической безопасности в первую очередь сосредоточиваются на стабильности и устойчивости поставок нефти. Определение выгоды в энергетическом секторе, основанное на этой традиционной концепции энергетической безопасности, акцентирует внимание только на одном аспекте энергетического сектора – поставке/потреблении энергоресурсов и их импорте/экспорте. Однако роль энергетического сектора в отдельных странах охватывает не только экономические аспекты поставок и потребления энергетических ресурсов, но и экологические последствия от производства и потребления топливно-энергетических ресурсов и социальные последствия потребления энергии. Ввиду этого определение выгоды отдельных стран в энергетическом сотрудничестве должно расширяться до концепции, охватывающей не только энергетическую безопасность, но и экологические и социальные последствия. Другими словами, выгода страны в энергетическом секторе должна определяться с точки зрения энергетической устойчивости.

Устойчивое развитие возникает как новая концепция развития на микро-, мезо- и макроуровнях. В этом контексте в нашей работе исследуется концепция устойчивости национальной энергетической системы. Устойчивое развитие обусловлено соотношением и равновесием факторов развития экономики, экологии и общества. Как

подчеркнуто в классическом докладе Брундтланд, устойчивое развитие представляет собой не результат, которого мы можем достигнуть, а процесс, который мы стремимся реализовывать. Ключевым принципом устойчивого развития является комбинирование экологического (экологическая стабильность и разнообразие), социо-институционального (демократия, здоровье, стабильность и равенство) и экономического (производство и эффективность) аспектов, а также баланс и гармония. Другими словами, необходимо понимать взаимосвязь проблем, у которых различные временные, региональные и социальные характеристики, такие как экономический рост современного поколения и сохранение экологического капитала для будущего поколения; неравенство и различия между богатыми и бедными на уровне стран и общества; изменения климата, угрожающие нынешнему и будущему поколениям на глобальном уровне. Очевидно, что для решения таких проблем нужна новая парадигма – концепция устойчивого развития.

Концепция устойчивого развития конкретизирована в форме практических целей, задач, индикаторов. В 2015 году были разработаны «Цели устойчивого развития» (ЦУР), представляющие собой конкретный план действий на международном и страновом уровнях. В ЦУР отражены конкретные детали, представленные в виде 17 целей. В 2002 году Всемирный саммит по устойчивому развитию (The World Summit on Sustainable Development (WSSD)) определил энергетику как одну из пяти ключевых областей устойчивого развития. И в качестве требования к устойчивой энергетической системе утвердилась концепция, которая является надежной, экономически жизнеспособной, социально приемлемой и экологически безопасной

В рамках концепции устойчивого развития устойчивость энергетической системы может быть реализована тогда, когда энергетическая система удовлетворяет требованиям экономической, экологической и социальной устойчивости. Экономический аспект устойчивого развития энергетической системы заключается в том, как потребление энергии, структура производства энергии и качество энергетических услуг влияют на экономический рост, а также в определении того, как состояние и тенденции энергетического сектора могут повысить потенциал долгосрочного роста экономики. Составляющими экономического аспекта являются разнообразные показатели, связанные с энергопотреблением, производством и поставкой энергии, эффективностью энергоснабжения, конечной энергоемкостью, ценами на энергоносители и налогами, субсидиями, энергетической безопасностью и энергетическим разнообразием. Иными словами, в диссертации экономический аспект энергетического сектора базируется на энергетической безопасности. Энергетическая безопасность – это концепция, ориентированная на потребителей или импортеров энергии. Мы определяем энергетическую безопасность потребителей энергии как стабильное и экономичное снабжение энергоресурсами. В этом контексте энергетическую безопасность поставщика энергоносителей можно определить как стабильное и экономичное производство и экспорт энергоресурсов.

Экологический аспект энергетического сектора в рамках устойчивого развития относится к общему экологическому воздействию энергетической системы и зависит от структуры производства и использования энергоресурсов, соответствующих

энергетическим нормам и ценообразованию на энергетические ресурсы. Типичными примерами этого являются изменение климата, загрязнение воздуха, загрязнение воды, рост количества отходов, исчезновение лесов и деградация земель, связанные с производством и потреблением энергии. В связи с этим следует рассматривать эффективность потребления энергоресурсов, экологическое воздействие потребления энергоресурсов, в частности степень воздействия на окружающую среду, связанную с изменением климата, и уровень развития экологически чистых источников энергии и энергетических технологий.

Социальный аспект энергетического сектора в рамках устойчивого развития связан с воздействием имеющихся энергетических услуг на социальное обеспечение, которое включает вопросы, касающиеся доступности энергетических услуг, разрыва в энергоснабжении и приемлемости цен на энергетические ресурсы. Все этапы производства, снабжения и потребления энергии – это ряд социальных процессов, осуществляемых членами общества и для членов общества. Эти результаты также непосредственно влияют на жизнь людей.

На уровне отдельных стран устойчивость энергетической системы реализуется в том случае, если энергоносители поставляются устойчивым образом, когда они используются экологически чистым способом, а также если социальные проблемы уменьшаются за счет равномерного распределения затрат и выгод от использования энергии в одном поколении и между поколениями. Исходя из этих перспектив устойчивого развития можно определить выгоду отдельных стран в энергетическом секторе как устойчивость энергетической системы. Это определение отличается от выгоды страны в энергетическом секторе с точки зрения традиционных перспектив. Концепция устойчивого развития подчеркивает: экономический рост должен быть сбалансирован с социальными факторами в рамках приемлемости для окружающей среды. В связи с этим национальный энергетический сектор следует определить как устойчивость энергетических систем, основанных на концепции устойчивого развития. Кроме того, энергетическое сотрудничество между странами СВА нуждается в создании такой модели энергетического сотрудничества, в которой повышение энергетической устойчивости рассматривалось бы как выгода.

Для того чтобы определить энергетическое сотрудничество, мы в основном придерживаемся институциональной точки зрения среди главных теорий сотрудничества в сфере мировой политики. На её основе сформулируем определение энергетического сотрудничества.

1. Предположение. Субъектами энергетического сотрудничества являются рационально-эгоистические акторы, а именно отдельные страны, которые преследуют интерес по максимизации своей прибыли. Сотрудничество может возникать только тогда, когда прибыли стран в энергетическом секторе имеют взаимозависимость. При наличии взаимозависимости страны могут сотрудничать или конкурировать на определенных условиях.

2. Определение. Энергетическое сотрудничество является одним из последствий эгоистичных действий отдельных стран по максимизации своей собственной прибыли в энергетическом секторе. Сотрудничество стран может (или не может) реализоваться в зависимости от межгосударственных взаимодействий и их выгоды.

Теперь необходимо решить вопрос в том, как происходит сотрудничество. Институционалистская теория международного сотрудничества в рамках мировой политики считает, что эгоистичные и рациональные индивиды могут создавать сотрудничество в анархических международных отношениях при условии решения проблем высоких информационных издержек и асимметрии информации. С экономической точки зрения можно понять, что если переговорные издержки по распределению ресурсов между экономическими агентами сводятся к нулю, то неэффективность, вызванная внешним эффектом, может быть решена самим экономическим субъектом. Исходя из этого мы в общих чертах определим энергетическое сотрудничество между странами как «одно из последствий эгоистичного поведения отдельных стран, направленного на максимизацию их собственных интересов в энергетическом секторе».

Энергетическое сотрудничество является одним из балансовых пунктов, который может возникать в процессе повторяющихся взаимодействий между странами, имеющими общие выгоды и взаимосвязанность выгоды в энергетическом секторе, общее действие, на которое влияет степень взаимосвязанности выгоды, уровень взаимопонимания о структуре выгоды и стратегии.

В этом определении субъектами энергетического сотрудничества являются страны (правительства), которые определяются как рациональный homo-economicus, эгоистично действующий с целью максимизации своих выгодой в энергетическом секторе. В нашем исследовании предполагается, что страны, являющиеся субъектами кооперации, обладают следующими характеристиками как рациональный homo-economicus:

- 1) четкое знание проблемы выбора: бизнесмены осознают проблему выбора, с которой они сталкиваются;
- 2) явное предпочтение системы: рациональные бизнесмены среди альтернативных вариантов отдают полное предпочтение системе;
- 3) бесконечные способности для выполнения оптимизации: каким бы сложным ни был процесс оптимизации и расчета наиболее желательной альтернативы из всех имеющихся, рациональный деловой человек делает это отлично;
- 4) недопущение дискриминации в логически эквивалентные варианты: подмена альтернативы другой логически эквивалентной альтернативой не влияет на рациональный экономический выбор.

Далее предположим, что нет центральной силы, формирующей сотрудничество между четырьмя странами: РК, Россией, Китаем и Японией – и будем считать, что известны определения и функции выгоды в энергетическом секторе каждой страны.

## **2. Разработка индекса энергетической устойчивости как выгоды национального энергетического сектора**

Для того чтобы оценить энергетическую устойчивость стран СВА и России, на основе приведенного выше определения энергетической устойчивости разработан индекс энергетической устойчивости. Как показано в определении понятия «энергетическое сотрудничество», цель страны в энергетическом сотрудничестве – максимизировать выгоду в энергетическом секторе, поэтому в своей работе мы

определили выгоду в энергетическом секторе как энергетическую устойчивость. Основываясь на этой концепции, мы можем определить выгоду энергетического сектора РК, Японии, Китая и России в виде следующего уравнения:

$$\text{Выгода в национальном энергетическом секторе (V)} = \text{Энергетическая устойчивость (ESS)} = \text{Энергетическая безопасность (ESC)} + \text{Энерго-экологическая устойчивость (EES)} + \text{Энерго-социальная устойчивость (ESO)} \dots \dots \dots \text{ [форм. 1]}$$

Выгода энергетического сектора может быть заменена устойчивостью энергетической системы. Энергетическая устойчивость состоит из традиционной энергетической безопасности, энерго-экологической устойчивости и энерго-социальной устойчивости.

Прежде всего энергетическая безопасность стран-импортеров энергоносителей – Кореи, Японии и Китая – может быть представлена в виде [форм. 2] в [Таблице 1]. Разнообразии энергетической системы показывает, из скольких различных источников энергоносители поступают через разнообразные маршруты поставок в общий объем энергоснабжения отдельных стран. Таким образом, разнообразие энергетической системы в основном состоит из разнообразия импорта энергии и энергетического баланса. Мы используем индекс разнообразия Shannon – Wiener для измерения разнообразия импорта энергии и энергетического баланса. В [Таблице 1] подробно описаны формулы и компоненты индекса разнообразия [форм. 2-1].

Следует иметь в виду, что стабильность энергетической системы измеряет, насколько стабильна структура поставок энергосистемы отдельной страны. Поставки энергоносителей в национальную экономику можно условно разделить на внутреннее производство и импорт. Наше исследование предполагает, что стабильность поставок энергии отечественного производства является полной. Стабильность импорта энергоносителей оценивает стабильность маршрутов импорта сырой нефти и природного газа и выражается [форм. 2 2] в [Таблице 1]. Стабильность маршрутов импорта сырой нефти и газа представлена взвешенной суммой странового риска и «удушающего» балла каждой страны-экспортера, взвешенной по энергетической независимости.

Экономическая эффективность энергоснабжения упрощается за счет общей стоимости импорта энергии в ВВП. В этом смысле, учитывая цель нашего исследования, в котором анализируется влияние экзогенных изменений, вызванных энергетическим сотрудничеством, на энергетическую устойчивость отдельных стран, стоимость поставок отечественной энергии рассматривается как фиксированная переменная и в качестве переменной используется только стоимость импорта энергии. В [Таблице 1] подробно описаны формулы и компоненты индекса экономической эффективности [форм. 2 3].



[Таблица 1]

Индекс	Структура	Формула	Компонент
Индекс энергетической устойчивости	1. $ESS = \omega_{eq}(ESC + EES + ESO)$	$\omega_{eq} = 1 - stdev(ESC, EES, ESO)$	
Индекс энергетической безопасности импортеров (РК, Япония, Китай)	2. $ESC_{import} = \frac{SD' + SS' + EF'}{3}$  <i>SD'</i> : нормализованный <i>SD</i> <i>SS'</i> : нормализованный <i>SS</i> <i>EF'</i> : нормализованный <i>EF</i>	<b>2-1 Разнообразие энергетической системы</b> $SD = \frac{D_{import} + D_{supply}}{2}$ $D_{import} = \omega_{oil} \cdot D_{oil} + \omega_{gas} \cdot D_{gas} + \omega_{coal} \cdot D_{coal}$ $D_{supply} = - \sum_i^N k_i \ln k_i$	$\omega_{oil(gas, coal)}$ : доля нефти(газа, угля) в ОППЭ $D_{oil(gas, coal)}$ : разнообразие импорта нефти(газа, угля) = $(-\sum_i^N s_i \ln s_i) \cdot (-\sum_k^N r_k \ln r_k)$ где $-\sum_i^N s_i \ln s_i$ : разнообразие импорта энергетического ресурса <i>j</i> на уровне страны $s_i$ : доля экспортирующей страны <i>i</i> в общем объеме импорта энерг. ресурса <i>j</i> $-\sum_k^N r_k \ln r_k$ : разнообразие импорта энергетического ресурса <i>j</i> на уровне региона $r_i$ : доля экспортирующего региона <i>i</i> в общем объеме импорта энерг. ресурса <i>j</i> $k_i$ : Доля энергетических ресурса <i>i</i> в ОППЭ
		<b>2-2 Стабильность энергетической системы</b> $SS = (\omega_{oil} STR_{oil} + \omega_{gas} STR_{gas}) \cdot (1 - ID_{import})$ $STR_{oil} = \sum_{i=1}^N (CHPK_{i,oil} \cdot CRISK_{i,oil} \cdot SHARE_{i,oil})$ $STR_{gas} = \sum_{i=1}^N (CHPK_{i,gas} \cdot CRISK_{i,gas} \cdot SHARE_{i,gas})$ $ID_{import} = \frac{eimpt\_pc}{euse\_pc}$	$STR_{oil(gas)}$ : стабильность маршрутов импорта нефти(газа) $CHKP_{i,oil(gas)}$ : балл-узких мест нефть(газ)-экспортирующей страны <i>i</i> = $1 - \left( \frac{\text{Number of passing Chokepoints}}{8} \right)$ $CRISK_{i,oil(gas)}$ : риск-стран нефть(газ)-экспортирующей страны <i>i</i> $SHARE_{i,oil(gas)}$ : доля нефть(газ)-экспортирующей страны <i>i</i> в общем объеме импорта нефти(газа)
		<b>2-3 Экономическая эффективность энергоснабжения</b>  $EF = 1 - \left( \frac{C_{imp}}{gdp} \cdot ID_{import} \right)$	$C_{imp}$ : общий расход на импорт энергоресурсов $gdp$ : ВВП $ID_{import}$ : зависимость от импорта $eimpt\_pc$ : общий объем импорта энергоресурсов на душу населения $euse\_pc$ : потребление энергии на душу населения

<p>Индекс энергетической безопасности экспортеров (Россия)</p>	<p><b>3. ESC<sub>export</sub></b> = <math>\frac{SD' + SS' + EF'}{3}</math></p> <p>SD': нормализованный SD  SS': нормализованный SS  EF': нормализованный EF</p>	<p><b>3-1 Разнообразие энергетической системы</b></p> $SD = \frac{D_{supply} + D_{export}}{2}$ $D_{export} = \omega_{oil} \cdot D_{oil} + \omega_{gas} \cdot D_{gas} + \omega_{coal} \cdot D_{coal}$ $D_{supply} = - \sum_i^N k_i \ln k_i$	<p><math>D_{export} = \omega_{oil} \cdot D_{oil} + \omega_{gas} \cdot D_{gas} + \omega_{coal} \cdot D_{coal}</math></p> <p><math>\omega_{oil(gas,coal)}</math>: доля нефти(газа, угля) в общем объеме экспорта энергоресурсов  <math>D_{oil(gas,coal)}</math>: разнообразие экспорта нефти(газа, угля) = <math>(-\sum_i^N s_i \ln s_i) \cdot (-\sum_k^N r_k \ln r_k)</math></p> <p>где</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>-\sum_i^N s_i \ln s_i</math>: разнообразие экспорта энергетического ресурса <math>j</math> на уровне страны <ul style="list-style-type: none"> <li><math>s_i</math>: доля импортирующей страны <math>i</math> в общем объеме экспорта энерг. ресурса <math>j</math></li> </ul> </li> <li><math>-\sum_k^N r_k \ln r_k</math>: разнообразие экспорта энергетического ресурса <math>j</math> на уровне региона <ul style="list-style-type: none"> <li><math>r_i</math>: доля импортирующего региона <math>i</math> в общем объеме экспорта энерг. ресурса <math>j</math></li> </ul> </li> </ul>
		<p><b>3-2 Стабильность энергетической системы</b></p> $SS = \frac{rp_{ratio}'_{fossil} + ex_{vol}'_{fossil}}{3}$ $rp_{ratio}'_{fossil} = \sum_i w_i \cdot RPR_i$ <p><math>w_i</math>: доля ресурса <math>i</math> в общем объеме производства  <math>RPR_i</math>: коэффициент R/P энергетического ресурса <math>i</math></p>	<p><math>prod_{fossil}</math>: общий объем производства ископаемых энергетических ресурсов  <math>rp_{ratio}'_{fossil}</math>: коэффициент резерва к производству  <math>prod_{oil(gas,coal)}</math>: общая добыча нефти (газа, угля)  <math>reserve_{oil(gas,coal)}</math>: доказанный запас нефти (газа, угля)  <math>ex_{vol}'_{fossil}</math>: общий объем экспорта ископаемых энергетических ресурсов</p>
		<p><b>3-3 Экономическая эффективность энергоснабжения</b></p> $EF_{prod} = \frac{gdp_{energy\ exp} + com_{energy\ exp}}{3}$	<p><math>efficiency_{prod}</math> (эффективность в производстве) = <math>\frac{prod_{fossil}}{invst_{fossil}}</math></p> <p><math>invst_{fossil}</math>: сумма капитальных вложений в отрасли нефти, природного газа и угля в миллиардах рублей</p> <p><math>gdp_{energy\ exp}</math> (доля экспорта энергетики в ВВП) = <math>\frac{ex\_val_{fossil}}{gdp}</math></p> <p><math>com_{energy\ exp}</math> (доля экспорта энергетики в общем экспорте) = <math>\frac{ex\_val_{fossil}}{ex\_val_{total}}</math></p>
<p>Индекс энерго-экологической устойчивости</p>	<p><b>4. EES</b> = <math>\frac{(L'_{RES} - IMCT'_{eco} - EFF'_e)}{3}</math></p> <p><math>L'_{RES}</math>: нормализованный <math>L_{RES}</math></p> <p><math>IMCT'_{eco}</math>: нормализованный <math>IMCT_{eco}</math>  <math>EFF'_e</math>: нормализованный <math>EFF_e</math></p>	<p><b>4-1 уровень развития ВИЭ</b></p> $L_{RES} = \frac{RES_{TPES} + RES_{RCA}}{2}$	<p><math>RES_{TPES}</math>: доля ВИЭ в ОППЭ =</p> <p><math>RES_{RCA}</math>: индекс RCA index товаров, связанных с ВИЭ = <math>\sum_i w_i RCA_i</math></p> <p><math>RCA_i</math>: Индекс RCA ВИЭ <math>i = \frac{X_{ij} / \sum_i X_{ij}}{\sum_j X_{ij} / \sum_i \sum_j X_{ij}}</math></p> <p><math>X_{ij}</math>: экспорт продукта <math>j</math> страны <math>i</math> (в USD)  <math>\sum_i X_{ij}</math>: сумма всемирный экспорт продукта <math>j</math> (в USD)  <math>\sum_j X_{ij}</math>: общий экспорт страны <math>i</math> (в USD)</p>

			$\sum_i \sum_j X_{ij}$ : общемирового объема экспорта (в USD) $w_i$ : доля ВИЭ $i$ на мировом рынке
		<b>4-2 Выбросы CO2 на душу населения</b> $IMCT_{eco} = \frac{CO2}{population}$	2) Выбросы CO2 на душу населения CO2: Объем выбросов CO2 population: население
		<b>4-3 Энергоемкость</b> $EFF_e = \frac{EUSE_{pc}}{GDP_{pc}}$	3) Энергоемкость EUSE <sub>pc</sub> = Потребление энергии на душу населения GDP <sub>pc</sub> = ВВП на душу населения
Индекс энерго-социальной устойчивости	<b>5. ESO</b> = $\frac{(ACC' + AFF' - EGAP')}{3}$ ACC': нормализованный ACC AFF': нормализованный AFF EGAP': нормализованный EGAP	<b>5-1 Доступность к энергоуслуге</b> $ACC = \frac{eluse}{population}$	eluse: Объем потребления электроэнергии population: население
		<b>5-2 Адекватность энергоуслуги</b> $AFF = AFF_{income} * AFF_{cpi}$	$AFF_{income} \text{ (доход - адекватность энергоуслуги)} = \left( \frac{income_{1st}}{fprice_{dom}} \right) / 100$ Income <sub>1<sup>st</sup></sub> : среднемесячный доход 1-й квинтильной группы fprice <sub>dom</sub> : внутренние розничные цены на топливо $AFF_{cpi} \text{ (относительная адекватность)} = \left( \frac{1 + \Delta cpi_t}{1 + \Delta fprice_{dom}} \right)$ cpi: индекс потребительских цен
		<b>5-3 Энергетический разрыв</b> $EGAP = QINC_P * QEXP_EXP$	$QINC_P \text{ (относительная цена топлива по квинтильной группе доходов)} = \left( \frac{fprice_{dom}}{income_{1st}} - \frac{fprice_{dom}}{income_{5th}} \right) * 100$ Income <sub>5<sup>th</sup></sub> : среднемесячный доход 5-й квинтильной группы $QEXP_{EXP} \text{ (разрыв нагрузки энергопотребления между доходными группами населения)} = \left( \frac{energy\_cexp_{1st}}{gross\_cexp_{1st}} \right) - \left( \frac{energy\_cexp_{5th}}{gross\_cexp_{5th}} \right)$ energy <sub>cexp</sub> <sub>1st(5th)</sub> : расходы на потребление энергии 1-й(5-й) квинтильной группы доходов gross <sub>cexp</sub> <sub>1st(5th)</sub> : валовые потребительские расходы 1-й (5-й) квинтильной группы доходов

С другой стороны, энергетическая безопасность страны-экспортера энергоносителей – России – должна определяться по-другому, а именно по [форм. 3] в [Таблице 1]. Разнообразие энергетической системы России состоит из разнообразия энергоснабжения и экспорта энергоносителей. Иными словами, по мере увеличения разнообразия за счет экспорта в различные страны-потребители и увеличения разнообразия внутреннего энергобаланса повышается энергетическая безопасность России. Стабильность производства энергии состоит из общей добычи ископаемых энергетических ресурсов ( $prod_{fossil}$ ), резерва на производственные отношения ( $rp\_ratio_{fossil}$ ) и общего объема экспорта ископаемых энергетических ресурсов ( $ex\_vol_{fossil}$ ). Экономическая эффективность производства и экспорта энергоресурсов складывается из эффективности производства энергоресурсов, доли экспорта энергоресурсов к ВВП и доли энергоресурсов в общем объеме экспорта сырьевых товаров. В [Таблице 1] подробно описаны формулы и компоненты (см. [форм. 3-1, 3-2 и 3-3]).

Теперь рассмотрим критерии оценки выгоды от энергетического сотрудничества. Другими словами, выгода от энергетического сотрудничества определяется как характерная функция энергетической устойчивости Кореи Японии, Китая и России. С учетом концепции устойчивого развития выгода в энергетическом секторе, определяемая как энергетическая устойчивость страны  $i$ , может быть выражена следующим образом:

$$v(i) = ESS = \omega_{eq}(ESC + EES + ESO) \dots\dots\dots [\text{форм. 2}]$$

$$\omega_{eq} = 1 - stdev(ESC, EES, ESO)$$

Важным моментом здесь является то, что баланс вышеперечисленных трех областей является наиболее важной концепцией в рамках энергетической устойчивости, поэтому умножим сумму этих трех величин на стандартное отклонение энергетической безопасности, энерго-экологической устойчивости и энерго-социальной устойчивости, рассматривая их как факторы баланса.

Энерго-экологическая устойчивость энергетической системы складывается из уровня развития возобновляемых источников энергии, воздействия энергетической системы на окружающую среду и эффективности использования энергии. Энерго-экологическая устойчивость может быть выражена в виде [форм. 4] в [Таблице 1].

Социальная устойчивость энергетической системы указывает на то, что энергетические услуги могут предоставляться одинаково всем членам общества. Таким образом, она состоит из оценки абсолютного уровня, на котором члены общества могут использовать энергетические услуги, уровня цен на энергетические услуги и разницы в уровне использования энергетических услуг между людьми. Исходя из этой концепции социальная устойчивость энергетических услуг может быть описана в виде [форм. 5] в [Таблице 1]. Валовую выгоду, которую можно получить от энергетического сотрудничества между Кореей, Японией, Китаем и Россией, представим в следующем виде:

$$v_{ESC}(S) = \sum_{i \in S-r} ESC_i + ESC_r \text{ or } v_{ESS}(S) = \sum_{i \in S-r} ESS_i + ESS_r$$

Другими словами, это сумма выгоды Кореи, Китая и Японии и сумма выгоды России в энергетическом секторе на основе энергетической безопасности как один из видов общей валовой выгоды. Сумма выгоды Кореи, Китая и Японии и сумма выгоды России в энергетическом секторе, основанные на энергетической устойчивости, – это еще один вид валовой выгоды от энергетического сотрудничества.

### 3. Оценка выгоды от энергетического сотрудничества по различным сценариям

На основе приведенных выше уравнений, метода оценки DOLS и оптимизации GRG оцениваются выгоды каждой страны от энергетического сотрудничества по сценарию до 2035 года. Подробные статистические данные для оценки приведены в диссертации в разделе 3.2. Конкретные условия сценариев описаны ниже.

[Таблица 2] Условия по сценариям

Сценария	Импорт от России	Русская Цена	ОППЭ	Международная цена
Reference	2015 уровень	0%	2015 микс	low, mid, high
Fossil coop 1	по ES-2035	0%	2015 микс	low, mid, high
Fossil coop 2	по ES-2035	5%	2015 микс mix	low, mid, high
Non-coop trans	2015 уровень	0%	микс плана	low, mid, high
Coop trans	по ES-2035	5%	микс плана	low, mid, high

Сценарий «Reference» предполагает, что все переменные остаются неизменными и с ними сравниваются другие сценарии. По сценарию «Reference», объемы российской сырой нефти, природного газа и угля, импортируемых Кореей, Японией и Китаем, к 2035 году останутся на уровне 2015 года, при этом ставка дисконтирования цен на российские энергоресурсы отсутствует. Доля ОППЭ по источникам также сохраняется на уровне 2015 года. В дополнение к этому мы применяем международные прогнозы цен на энергоносители для каждого сценария. Сценарий «Fossil Cooperation 1» предполагает, что объём импорта российской сырой нефти и природного газа будет увеличиваться без дисконтирования цены и без изменения доли ОППЭ в каждой стране. Таким образом, сценарий «Fossil Cooperation 1» покажет влияние увеличения импорта российской сырой нефти и природного газа на показатели энергетической устойчивости данных стран. Сценарий «Fossil Cooperation 2» добавляет ценовой эффект российских энергоресурсов к эффекту увеличения объема импорта в «Fossil Cooperation 1». В этом сценарии предполагается, что Россия экспортирует сырую нефть и природный газ в Корею, Японию и Китай со скидкой в 5% от международных цен. Сценарий «Non-cooperative transition» – это случай, когда Корея, Япония и Китай осуществляют энергетический переход без увеличения импорта российской сырой нефти и природного газа. Таким образом, сценарий «Non-cooperative transition» сможет показать эффект внутренней энергетической политики в каждой стране. Последний сценарий, «Cooperative Transition», представляет собой синтез трех предыдущих сценариев, в которых изменили объем и цену российской энергии, а также энергетический баланс каждой страны.

Индекс энергетической безопасности (индекс ESC) Кореи в сценарии «Reference» снизится с 0,512 в 2017 году до 0,501 в 2035 году. Необходимо отметить, что индекс ESC Кореи снижается даже в сценариях «Fossil Cooperation 1» и «Fossil Cooperation 2». Это означает, что увеличение импорта российской нефти и газа недостаточно для реализации «абсолютного улучшения» индекса ESC Кореи, хотя оно и приводит к «относительному улучшению» индекса ESC по сравнению со сценарием «Reference». Небольшая разница индекса между сценариями «Fossil Cooperation 1» и «Fossil Cooperation 2» означает, что влияние цены на российские энергоносители на индекс ESC Кореи не очень значительно. Результаты сценариев «Non-cooperative transformation» и «Cooperative transformation» показывают, что переход энергобаланса более эффективен при повышении индекса ESC, что обусловлено эффектом зависимости от импорта энергоносителей. Снижение зависимости от импорта оказывает фундаментальное влияние на субиндексы ESC Кореи. Вообще переход энергобаланса в Корею является процессом замены импортируемых энергоресурсов на отечественные энергоресурсы, в частности ВИЭ. Таким образом, импортозамещение влияет на экономическую эффективность и стабильность импорта энергоресурсов.

В отличие от индекса ESC, индекс энергетической устойчивости (индекс ESS) Кореи показывает растущую тенденцию во всех сценариях. В сценариях «Fossil Cooperation 1» и «Fossil Cooperation 2» индекс ESS Кореи выше, чем в сценарии «Reference». В сценарии «Fossil Cooperation 2» 5% ная скидка на российскую нефть и газ оказывает эффект снижения реальной международной цены на нефть и газ. Снижение реальных мировых цен на нефть приведет к увеличению потребления энергии, что в свою очередь повлияет на рост выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения. С другой стороны, снижение реальных цен на нефть оказывает положительное влияние на доступность энергоносителей в Корею, что приведёт к росту индекса ESO.

В сценарии «Non-coop trans» индекс ESS улучшается в основном за счет увеличения индекса ESC, также увеличились индексы EES и ESO. Это говорит о том, что переход энергобаланса более эффективен для увеличения индекса ESS, нежели увеличение импорта энергоресурсов из России. Сценарий «Coop trans» дает комбинированный эффект от увеличения импорта российских ископаемых энергетических ресурсов, ценовых скидок и перехода к энергетическому балансу, которые влияют на индекс ESS.

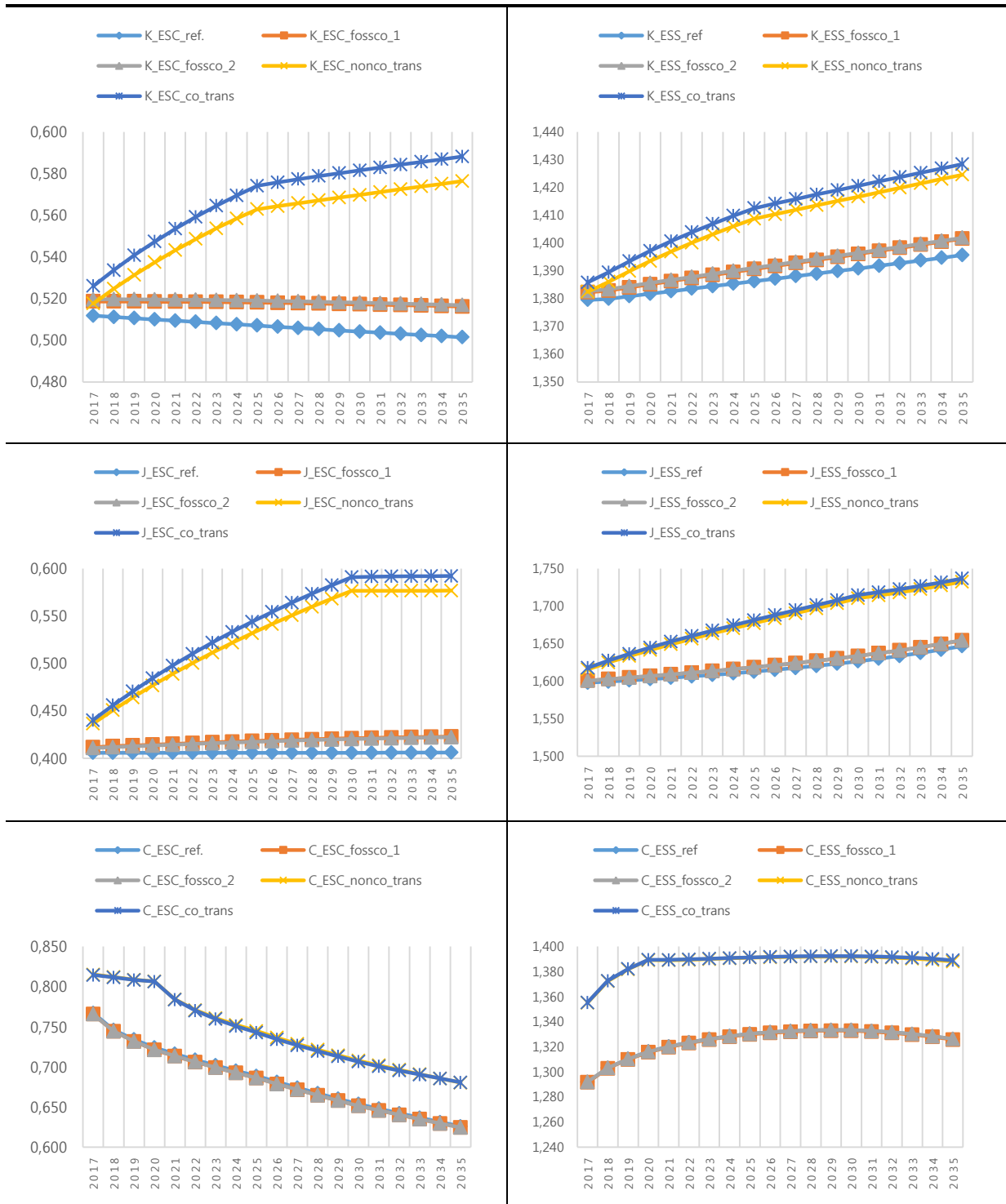
Японский индекс ESC и индекс ESS имеют схожие с корейскими характеристики. Сценарий «Reference» имеет самое низкое значение индекса, а сценарии «Fossil Cooperation 1» и «Fossil Cooperation 2» очень похожи, и значение индекса сценариев, включая переход к энергетическому балансу, увеличивается.

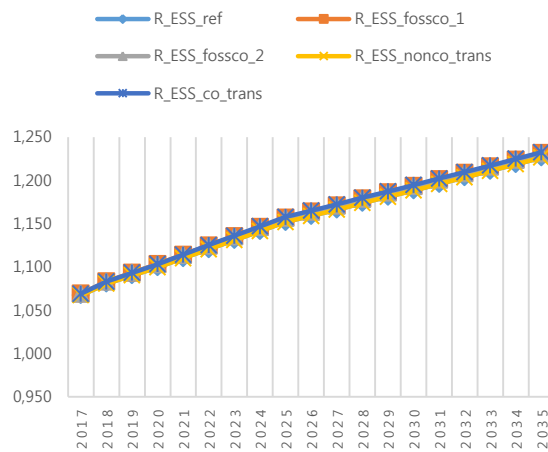
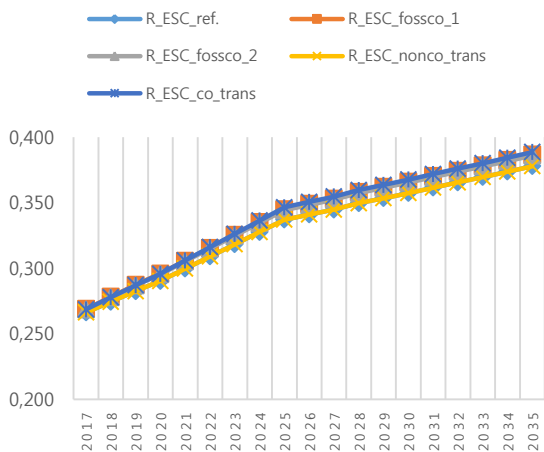
В сценарии «Reference» индекс ESC Японии почти не изменяется в указанном периоде, а индекс ESS увеличивается даже в сценарии «Reference», как и в Корею. Это связано с тем, что уровень развития возобновляемых источников энергии в Японии, выбросы CO<sub>2</sub> на душу населения и энергоёмкость улучшатся в течение прогнозируемого периода.

В сценариях «Fossil Cooperation 1» и «Fossil Cooperation 2» японские индексы ESC и EES очень похожи на корейские. Однако в этих двух сценариях индексы ESC и ESS Японии выше, чем в сценарии «Reference».

Таким образом, можно сказать, что эффект улучшения от импорта российских энергоресурсов в Японии оказывается несколько большим, чем в Корее.

[Рисунок 1] Расчетные значения Индекса энергетической безопасности (ESC) и индекса энергетической устойчивости (ESS) по сценариям. Международная цена на энергоносители <низкая>





\* См. Приложение 1 результат в разделе цена энергетический прогноз «средний» или «высокий» \*\*

\*\*\* К(К, С, Р)\_ESC(ESS)\_ref.: базовый сценарий

К(К, С, Р)\_ESC(ESS)\_fossco\_1: сценарий ископаемые сотрудничество 1

К(К, С, Р)\_ESC(ESS)\_fossco\_2: сценарий ископаемые сотрудничества 2

К(К, С, Р)\_ESC(ESS)\_nonco\_trans: сценарий некооперативной перехода

К(К, С, Р)\_ESC(ESS)\_co\_trans: сценарии совместных переход

В течение прогнозируемого периода движущей силой роста индекса ESC Японии, как и Кореи, является улучшение индекса разнообразия энергоснабжения и индекса стабильности поставок за счет увеличения импорта российской нефти и природного газа.

Индексы ESC и ESS Японии в сценариях «Non-cooperative transformation» и «Cooperative transformation» выше, чем в сценарии «Reference». Доля состава ОППЭ, применяемая к этим двум сценариям, является целевой долей «4-го стратегического энергетического плана Японии», в котором сырая нефть и природный газ заменяются ВИЭ и атомной энергией.

Переход энергетического баланса от ископаемых источников энергии к неископаемым приводит к улучшению индекса ESC и индекса энерго-экологической устойчивости.

В сценарии «Non-cooperative transformation», предполагающем «низкую» международную цену на сырую нефть, зависимость от импорта энергоносителей снижается с 88,8% в 2017 году до 75,2% в 2035 году. Индекс ESC в сценарии «Cooperative Transformation» увеличится и будет выше индекса ESC в сценарии «Fossil cooperation 2» и сценарии «Non-cooperative transformation» в связи с увеличением импорта энергоресурсов из России и эффектом ценовых скидок.

Индекс EES Японии улучшится примерно с 0,052 в 2017 году до 0,123 в 2035 году из-за положительных последствий увеличения доли неископаемых видов топлива, таких как ВИЭ и ядерная энергетика, а также за счёт повышения энергоёмкости. Однако незначительное увеличение потребления энергии на душу населения из-за дисконтированного ценового эффекта российской ископаемой энергии приведёт к незначительному увеличению выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения, что негативно



отразится на индексе EES Японии.

Китайский индекс ESC и индекс ESS отличаются от показателей Кореи и Японии. В сценарии «Reference» индекс ESC Китая к 2035 году значительно снизится. Влияние увеличения импорта российской нефти и природного газа окажут негативное влияние на индекс ESC Китая.

В сценариях «Fossil Cooperation 1» и «Fossil Cooperation 2» индекс ESC Китая снизится несколько больше, чем в сценарии «Reference». Причина, по которой индекс ESC Китая в сценариях «Fossil Cooperation 1 & 2» ниже, чем в сценарии «Reference», заключается в том, что индекс разнообразия импорта сырой нефти и природного газа снижается сильнее в сценариях «Fossil Cooperation 1 & 2», чем в сценарии «Reference».

Индекс разнообразия импорта сырой нефти и природного газа Китая снизится в сценариях «Fossil Cooperation 1 & 2». Это связано с тем, что разнообразие импорта энергии в Китае в основном выше, чем в Корее и Японии. Кроме того, Россия уже имела 13%-ную долю импорта сырой нефти в Китае в 2015 году, что сделало ее вторым по величине поставщиком после Саудовской Аравии. Иными словами, доля сырой нефти, импортируемой из России, в китайском разнообразии импорта нефти уже достаточно высока, что свидетельствует о том, что возможности увеличения объема импорта из России ограничены.

В случае с природным газом доля России в структуре импорта Китая резко возрастёт к 2026 году, а затем так же резко снизится в обоих сценариях – «Fossil Cooperation 1» и «Fossil Cooperation 2».

Однако влияние газа на композитный индекс разнообразия представляется ограниченным из-за его относительно небольшой доли в ОППЭ по сравнению с нефтью. Еще одним фактором, снижающим индекс ESC Китая, является неуклонное увеличение зависимости от импорта энергоносителей из-за увеличения потребления энергии. Китай демонстрирует более низкую зависимость от импорта энергоносителей. Зависимость от импорта энергоносителей, как ожидается, увеличится до 46% к 2035 году в связи с увеличением энергопотребления в Китае, сохранением доли ископаемых источников энергии в энергобалансе, а также ограничением роста производства и увеличением импорта российских энергоресурсов.

В сценариях «Non-coop trans» и «Coop trans» индексы ESC Китая очень похожи. Индекс ESC в этих двух сценариях показывает значение индекса примерно на 8,5% выше, чем в сценарии «Reference». Интересно, что в Китае, в отличие от Кореи и Японии, индекс «Non-coop trans» оказывается выше, чем у «Coop trans», хотя и очень незначительно.

Эти результаты свидетельствуют о том, что энергетическое сотрудничество для максимизации общей валовой выгоды от сотрудничества между Кореей, Японией, Китаем и Россией не гарантирует Китаю значительного преимущества в области энергетической безопасности. Индекс ESS Китая не показывает значительного снижения, в отличие от его индекса ESC. Однако, как и в случае с индексом ESC, трудно найти влияние изменений импорта российской сырой нефти и природного газа, а также ценовых скидков.

Сценарии «Reference» и «Fossil Cooperation 1 & 2» показывают почти тот же индекс ESS, который увеличится с 1,292 в 2017 году до 1,326 в 2035 году. Индекс ESS в

сценариях «Non-Cooperative transformation» и «Cooperative transformation» отражает только улучшения, вызванные переходом энергетического баланса. Разница индекса ESS Китая в этих сценариях выше, чем разница в Корее и Японии. Это показывает, что Китай может ожидать более значительного эффекта улучшения индекса ESS от перехода энергетического баланса, нежели Корея и Япония.

Индекс ESC для каждого сценария в России показывает улучшение в целом, но выгода от энергетического сотрудничества по результатам оптимизации не является существенной. В сценарии «Reference» индекс ESC значительно увеличивается.

В сценарии «Fossil Cooperation 1» индекс ESC выше, чем в сценарии «Reference». Эта разница обусловлена улучшением индекса разнообразия экспорта энергоресурсов, связанного с увеличением экспорта сырой нефти и природного газа в Корею, Японию и Китай.

Индекс ESC России в «Fossil Cooperation 2» примерно на 0,2 процентного пункта ниже, чем в «Fossil Cooperation 1». По-видимому, это связано с тем, что эффект ценового дисконтирования российской нефти и природного газа превысил эффект увеличения экспорта в Корею, Японию и Китай.

В сценариях «Non-Cooperative transformation» и «Cooperative transformation» российский индекс ESC не показывает существенного улучшения, но в то же время не сильно отличается от сценария «Reference». А индекс ESC сценария «Cooperative Transformation» выше результата сценария «Fossil Cooperation 1».

Изменения в российском индексе ESS по сценариям аналогичны изменениям в индексе ESC. В сценарии «Reference» индекс ESS России увеличится с 1,067 в 2017 году до 1,226 в 2035 году. За тот же период в сценарии «Reference» улучшатся индексы энерго-экологической устойчивости и энерго-социальной устойчивости. Повышение энерго-экологической устойчивости связано с улучшением показателей уровня развития ВИЭ, изменением выбросов CO<sub>2</sub> на душу населения и изменением энергоемкости.

Повышение энергетической доступности России оказало наибольшее влияние на улучшение индекса энерго-социальной устойчивости.

В сценарии «Fossil Cooperation 1» индекс ESS России увеличится до 1,231 в 2035 году, что в среднем на 2% выше, чем в сценарии «Reference».

Индекс энерго-экологической устойчивости и индекс энерго-социальной устойчивости в сценарии «Fossil Cooperation 1» не отличаются от показателей в сценарии «Reference».

Индекс ESS в рамках «Fossil Cooperation 2» не показывает каких-либо существенных отличий от индекса «Fossil Cooperation 1».

Индекс ESS «Fossil Cooperation 2» в среднем ниже на 0,03%, чем у «Fossil Cooperation 1», что отражает эффект от скидок на экспорт сырой нефти и природного газа в Корею, Японию и Китай.

В сценарии «Non-Cooperative transformation» индекс ESS России увеличится с 1,067 в 2017 году до 1,226 в 2035 году, что схоже со сценарием «Reference».

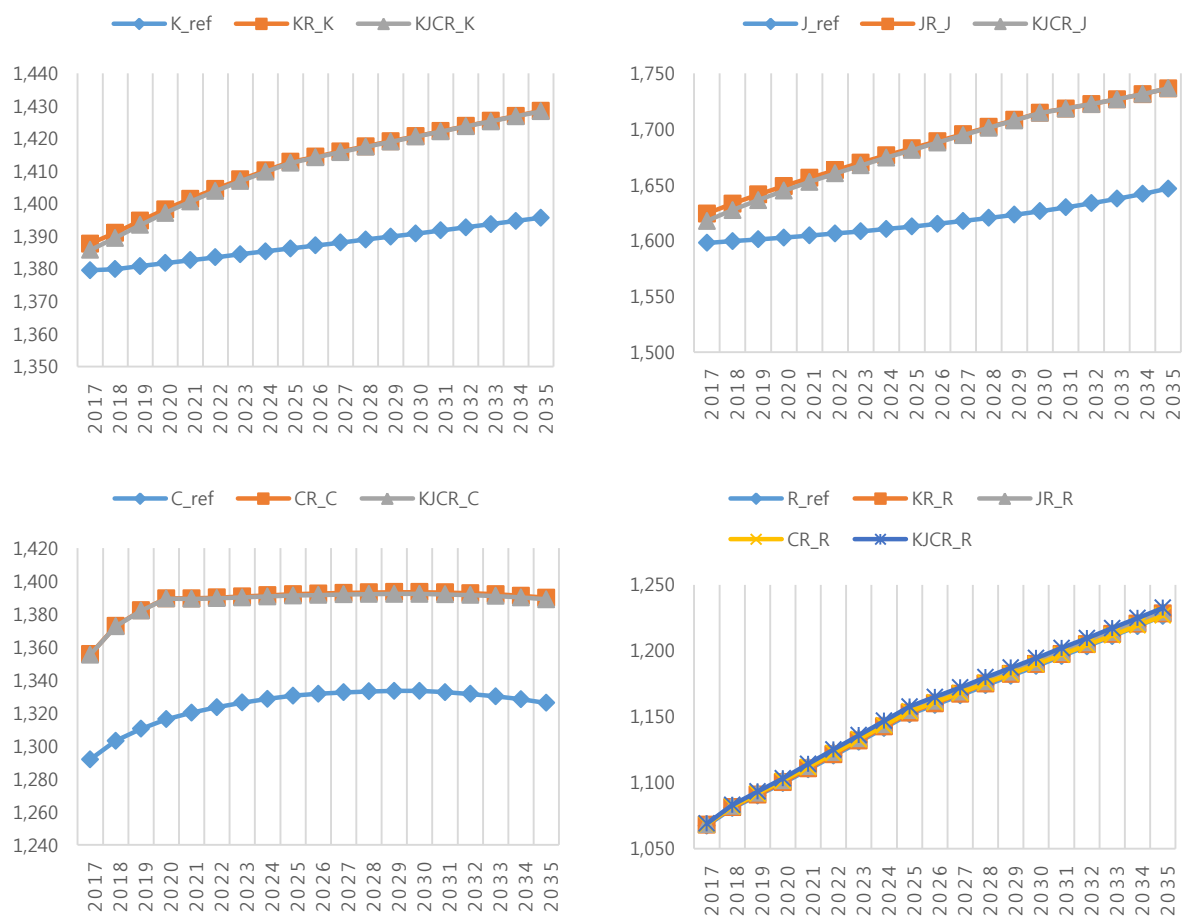
В сценарии «Cooperative transformation» индекс ESS России является самым высоким, и это означает, что увеличение экспорта ископаемых энергетических ресурсов оказывает наибольшее влияние. Однако индекс ESS в сценарии «Cooperative

transformation» только на 0,44% выше, чем в сценарии «Reference».

Теперь можно обозначить следующие результаты.

Во-первых, энергетическое сотрудничество, основанное на совместных выгодах (т. е. на общем среднем темпе роста значения индекса), приносит дискриминационные выгоды для каждой страны. Увеличение выгоды от энергетического сотрудничества (темп роста индексов ESC и ESS в сценарии «Reference») Кореи, Японии и России показывает положительное значение в рамках «Fossil Cooperation 1» и «Fossil Cooperation 2», но в случае Китая ESC и ESS показывают отрицательный темп роста в сценариях, за исключением ESS в «Fossil Cooperation 2». Кроме того, объемы выгод от сотрудничества, которые представляют собой повышение значения индексов ESS и ESC, по-разному распределяются странами в рамках рассматриваемых сценариев. Другими словами, максимизация совместных выгод не гарантирует максимальной выгоды отдельных стран, и для Китая целесообразно не выбирать сотрудничество.

[Рисунок 2] Сравнение индекса энергетической устойчивости при <Coop\_trans> с индексом при <Reference> сценарии и индексом при условии двустороннего сотрудничества



---

\*KJCR\_K (CJR): индекс энергетической устойчивости Кореи (Китай, Япония, Россия), рассчитанный путем оптимизации общей выгоды от сотрудничества по сценарию <Coop trans>

\*\*K (J, C, R)\_ref.: индекс энергетической устойчивости Кореи (Китай, Япония, Россия) по сценарию <Reference>

\*\*\* KR (JR, CR)\_K (J, C, R): индекс энергетической устойчивости Кореи (Китай, Японии, России) в условиях двустороннего сотрудничества

Во-вторых, улучшение внутренней энергетической структуры может быть более эффективным, чем международное сотрудничество в области повышения энергетической безопасности и энергетической устойчивости. Как видно, переход энергобаланса в Корею, Японии и Китае оказывает большее влияние на индексы ESS и ESC, чем увеличение импорта и ценовых скидок на сырую нефть и природный газ из России. Это свидетельствует о том, что качественное улучшение структурных факторов, таких как разнообразие энергобаланса и зависимость от импорта энергоносителей, является более эффективным, чем внешние факторы.

В-третьих, традиционная форма энергетического сотрудничества и увеличение использования ВИЭ в ОППЭ не являются взаимоисключающими. При сравнении индекса ESS сценария <Reference> с индексом ESS сценария <Fossil coop. 2> и <Coop trans> эффект увеличения дисконтированного по цене российского импорта нефти и газа и эффект перехода энергобаланса в сценарии <Coop trans> оказываются кумулятивными, и такая особенность особенно заметна в Корее и Японии.

Эти три результата указывают на то, что энергетическое сотрудничество между странами является эффективным, когда оно основано на внутренних улучшениях, таких как переход к энергетическому балансу, и может быть реализовано, когда выгоды от сотрудничества, то есть увеличение индекса ESS каждой страны за счет сотрудничества, распределяются разумным образом.

На [Рисунке 2] показан индекс ESS каждой страны в ранее оцененном сценарии <Reference>, сценарии <Coop trans> и условиях двустороннего сотрудничества соответственно. Индекс ESS сценария <Reference> предполагает, что нет никаких изменений в текущем состоянии. Это означает, что нет никаких изменений в таких условиях, как энергозатраты российских ископаемых энергетических ресурсов и энергобаланс. Следовательно, если энергетическое сотрудничество между странами эффективным индекс ESS каждой страны в сценарии <Coop trans> и условиях двустороннего сотрудничества соответственно должен быть выше, чем у сценария <Reference>. Значит, это минимум эффективности энергетического сотрудничества. С другой стороны, разница между индексом ESS в сценарии <Coop. trans> и индексом в условиях двустороннего сотрудничества представляет собой разницу эффективности между многосторонним сотрудничеством и двухсторонним сотрудничеством. Индекс ESS в сценарии <Coop trans> выше, чем у сценария <Reference> в Корее, Японии, Китае и России. В Корее индекс ESS в сценарии <Coop trans>, по прогнозам, увеличится с 1,386 в 2017 году до 1,428 в 2035 году. Это в среднем на 1,7% выше индекса ESS сценария <Reference> и на 0,04% ниже значения оптимизации сценария в условиях двустороннего сотрудничества. Это наименьшая разница среди Кореи, Японии и Китая, поэтому можно сказать, что для Кореи ожидается относительно малая выгода сотрудничества. В Японии индекс в сценарии <Coop trans> увеличится с 1,618 в 2017

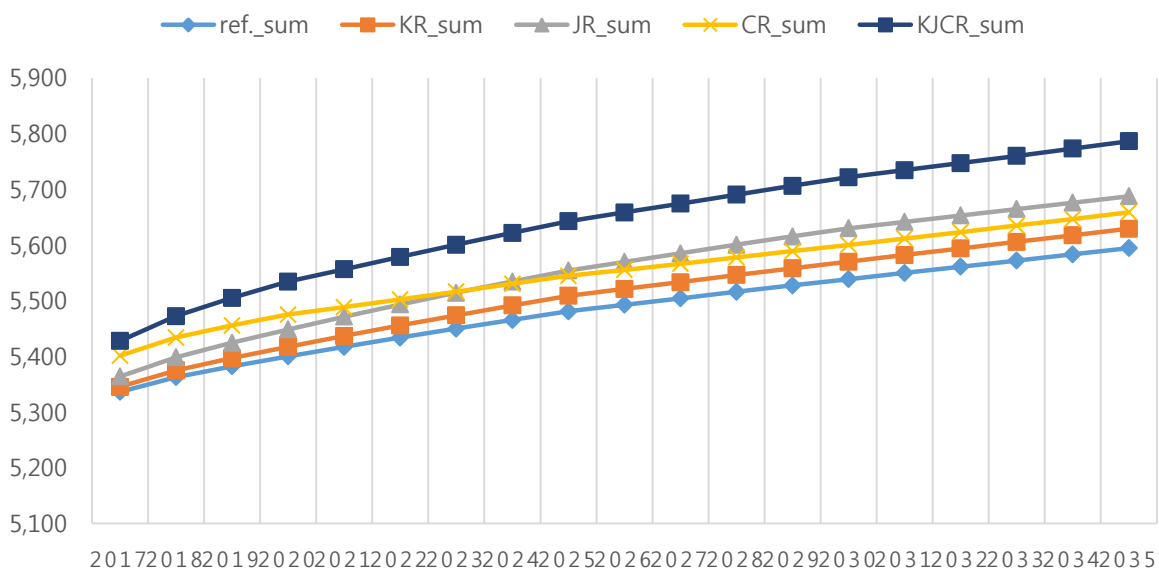
году до 1,737 в 2035 году – в среднем на 0,37% в год. Среднее значение примерно на 4,12% выше индексного значения сценария <Reference>, а среднее значение примерно на 0,12% ниже значения сценария в условиях двустороннего сотрудничества. В Китае значение индекса в сценарии <Coop trans> увеличится с 1,355 в 2017 году до 1,389 в 2035 году – в среднем на 0,13% в год. Это на 4.78% выше среднего значения индекса <Reference> и на 0.05% ниже среднего результата в условиях двустороннего сотрудничества. Российский индекс в сценарии <Coop trans> вырастет с 1,069 в 2017 году до 1,232 в 2035 году, показав среднегодовой темп роста около 0,75%. Это на 0,44% выше значения индекса <Reference> и на 0,33% выше результата в условиях двустороннего сотрудничества.

В случае Китая и Японии разница между индексом в сценарии <Coop trans> и значением индекса <Reference> высока по сравнению с показателем Кореи и России. В частности, в Китае значение индекса <Coop trans> на 4,8% выше, чем у сценария <Reference>, и значительно выше, чем в Корее и России. С другой стороны, Россия имеет характеристики, отличные от Кореи, Японии и Китая. Как уже упоминалось выше, индекс <Coop trans> в Корее, Японии и Китае в среднем на 0,1%, 0,1% и 0,05% ниже, чем у результата в условиях двустороннего сотрудничества, в то время как в России этот показатель в среднем на 0,3% выше. Хотя это малая разница, можно сказать, что Корея, Япония и Китай предпочитают двустороннее сотрудничество, а Россия предпочитает многостороннее.

Наше основное ожидание, упомянутое в предыдущей главе, состоит в том, что общие выгоды от энергетического сотрудничества и выгоды отдельных стран в многостороннем сотрудничестве будут больше, чем в двустороннем сотрудничестве. Другими словами, сумма индексов <Coop trans> выше суммы индексов ESS в двустороннем сотрудничестве. Сумма выгод, т. е. сумма индекса ESS Кореи, Японии, Китая и России, в многосторонних условиях всегда выше суммы энергетической устойчивости при условии двустороннего сотрудничества. На [Рисунке 3] показано сравнение суммы индекса <Coop trans> с суммой индекса ESS каждой страны в двустороннем энергетическом сотрудничестве Кореи и России (KR\_sum), Японии и России (JR\_sum) и Китая и России (CR\_sum) при одном и том же сценарном условии.

[Рисунок. 3] Сравнение суммы индексов <Coop trans> с суммой индексов ESS в двустороннем сотрудничестве

---



\* ref.\_sum: сумма индексов ESS в сценарии <Reference>

\*\* KJCR\_sum: сумма индексов ESS, рассчитанный путем оптимизации общей выгоды от сотрудничества по сценарию <Coop trans>

\*\*\*KR (JR, CR)\_sum: сумма индексов ESS стран с учетом двустороннего сотрудничества между Кореей (Японией, Китаем) и Россией

Индекс энергетической устойчивости России и стран-партнеров по двустороннему сотрудничеству рассчитывался с использованием ранее применявшегося метода оптимизации, а индекс стран, не включенных в сотрудничество, следовал значению сценария <Reference>. Как показано на [Рисунке 3], сумма выгод в ситуации многостороннего сотрудничества достигает 1,6% в минимуме и 2,4% в максимуме в среднем по сравнению с двусторонним сотрудничеством. Иными словами, можно сказать, что многостороннее сотрудничество является более эффективным, чем двустороннее, в том объеме общей выгоды, которую приносит энергетическое сотрудничество. Это совпадает с нашими ожиданиями. Как показано на [Рисунке 2], выгоды Кореи, Японии и Китая в двустороннем сотрудничестве больше, чем в многостороннем, но Россия демонстрирует противоположный результат. Разница между этими совокупными выгодами и выгодами отдельных стран по спектру сотрудничества по годам свидетельствует о фундаментальном стратегическом характере энергетического сотрудничества, которое включает ряд стран-импортеров энергии и одну страну-поставщика энергии.

Мы можем подтвердить следующий результат.

Во-первых, энергетическое сотрудничество между Кореей, Японией, Китаем и Россией выгодно для всех стран-участниц, но уровень выгод варьируется. Как мы уже видели, индекс <Coop trans> во всех странах выше, чем у сценария <Reference> и оптимизированного сценария <Fossil coop. 2>, что свидетельствует об эффективности реализации энергетического сотрудничества. Однако значение индекса <Fossil coop. 1 и 2> Кореи, Японии и Китая, которое ниже индекса ESS <Non-coop trans>, показывает, что улучшение энергетического баланса и его переход более эффективны для повышения энергетической устойчивости, чем традиционное энергетическое сотрудничество с Россией. Иными словами, приоритетами политики повышения

энергетической устойчивости таких стран-импортеров энергоносителей, как Корея, Япония и Китай, являются не традиционное энергетическое сотрудничество с Россией, а переход энергодбаланса.

Во-вторых, многостороннее энергетическое сотрудничество является более эффективным, чем двустороннее энергетическое сотрудничество. Как мы уже видели, общая выгода от многостороннего сотрудничества, т. е. сумма индекса <Coop trans> для каждой страны, предполагающей многостороннее энергетическое сотрудничество, больше, чем сумма индекса ESS страны для любого сценария, предполагающего двустороннее сотрудничество. В частности, несмотря на то, что индекс ESS стран, кроме России, максимизируется в двустороннем сотрудничестве, общая сумма двустороннего сотрудничества ниже, чем у многостороннего сотрудничества. Хотя многостороннее сотрудничество и не гарантирует максимальной выгоды для отдельных стран, тем не менее оно обеспечивает максимальную выгоду для стран-участниц в целом.

В-третьих, масштабы выгоды от сотрудничества в области энергетики представляются асимметричными для разных стран. Как видно из индекса <Coop. trans> по странам [Рисунок 3 3 2], масштабы выгоды сотрудничества различаются, т. е. индекс при возможном энергетическом сотрудничестве имеет разное значение.

## **ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ**

Во-первых, традиционное энергетическое сотрудничество дает эффективные, но относительно ограниченные выгоды, в отличие от общих ожиданий. Другими словами, вторая исследовательская гипотеза нашего исследования верна. Сравнение индексов в рамках сценариев показывает, что традиционный тип сотрудничества эффективен для всех стран СВА, но для Кореи, Японии и Китая энергетический переход дает бóльшую выгоду. Сотрудничество по ископаемым энергоресурсам с Россией имеет ограниченное влияние, а энергетический переход влияет на зависимость импорта энергоносителей, прямо или косвенно затрагивая энерго-экологическую устойчивость и социально-энергетическую устойчивость, а также факторы энергетической безопасности, такие как энергетическое разнообразие и экономическая эффективность.

Здесь мы должны отметить: эти результаты не означают, что энергетическое сотрудничество между Кореей, Японией, Китаем и Россией не является эффективным для развития энергетического сектора в этих странах.

Результат сценария «Cooperative transformation» ясно указывает, что эффект сотрудничества с Россией по нефти и газу и эффект энергетического перехода являются аккумулятивными. Эти результаты весьма показательны для энергетического сотрудничества между странами СВА.

Энергетический переход не может быть осуществлен в короткие сроки. Для расширения использования ВИЭ необходимо международное сотрудничество, а также развитие технологий, капиталовложения, политическая поддержка через институты и нормативные акты. Кроме того, стабильное снабжение существующими ископаемыми энергетическими ресурсами также имеет большое значение для плавного перехода энергодбаланса на возобновляемые источники энергии. Ввиду этого энергетический

переход стран СВА не только стабилен при сотрудничестве с Россией в области ископаемых энергоресурсов, но и сам переходный процесс может быть частью энергетического сотрудничества.

Во-вторых, обоснована гипотеза нашего исследования о том, что многостороннее сотрудничество является более эффективным, чем двустороннее. В работе показано, что валовая выгода в двустороннем энергетическом сотрудничестве Кореи, Японии и Китая с Россией, т. е. сумма индекса ESS в двустороннем сотрудничестве, ниже суммы индекса ESS каждой страны в сценарии <Coop. trans>, предполагающего многостороннее сотрудничество. Другими словами, многостороннее энергетическое сотрудничество является более эффективным с точки зрения валовой выгоды.

Как мы уже видели, хотя это малая разница, индекс ESS стран-импортеров в двустороннем сотрудничестве выше, чем в многостороннем. С другой стороны, индекс ESS России выше в многостороннем сотрудничестве. Другими словами, наше исследовательское предположение кажется отчасти верным. Прежде всего результат, в котором общая выгода многостороннего сотрудничества больше общей выгоды двустороннего сотрудничества, означает, что среднее значение возросшей выгоды отдельных стран в многостороннем сотрудничестве выше, чем в двустороннем. Другими словами, средние темпы роста выгоды Кореи, Японии, Китая и России в многостороннем сотрудничестве больше, чем средние темпы роста выгоды России и страны-партнера «А» в двустороннем сотрудничестве. На данном этапе важны изменения в пользу России.

Как уже было сказано выше, выгода России больше в многостороннем сотрудничестве. Большую часть возросших выгод от двустороннего сотрудничества получают страны-партнеры, а не Россия, поэтому многостороннее сотрудничество является не только более эффективным, чем двустороннее сотрудничество, но и представляется той формой сотрудничества, которая может быть реализована.

В-третьих, в энергетическом сотрудничестве стран СВА структура выгоды и система предпочтений каждой страны отличаются друг от друга, а также от традиционного восприятия. Например, результат анализа показывает, что спрос на российский газ в Корею, Японии и Китае может быть не таким высоким, как ожидалось. Напротив, обнаружилась возможность того, что спрос на российскую сырую нефть может быть выше. В результате оптимизации во всех условиях всех сценариев объемы импорта сырой нефти из России в Корею, Японию и Китай практически совпадают с максимальными поставками России. Однако объем импорта природного газа составляет около 61% от максимального объема поставок России в качестве максимального общего объема импорта. Эти результаты обусловлены тем, что структура импорта природного газа в Корею и Японию является более стабильной, чем структура импорта нефти.

Другими словами, Корея и Япония уже имеют относительно диверсифицированную структуру импорта природного газа, а доля импорта российского природного газа выше, чем нефти. Это означает, что объем импорта природного газа Кореей и Японией из России для увеличения разнообразия и стабильности импорта энергоносителей ограничен. Кроме того, сырая нефть по-



прежнему составляет бóльшую долю в структуре ОППЭ Кореи и Японии, чем природный газ.

Эти особенности показывают, что система предпочтений Кореи, Японии и Китая в энергетическом сотрудничестве отличается от системы предпочтений России. Между тем разница в увеличении индекса ESS каждой страны по сценариям показывает, что структура выгоды стран СВА имеет различные особенности в энергетическом сотрудничестве. Более того, учитывая тенденции индекса ESS стран, величина изменений индекса за счет увеличения объема импорта российской сырой нефти и природного газа, перехода энергодолговесия, а также ценового дисконтирования российской сырой нефти и природного газа по странам различается. Кроме того, как уже упоминалось выше, структура выгод Кореи, Японии, Китая и России представляется противоположной в ситуации многостороннего сотрудничества и в ситуации двустороннего сотрудничества. Такое различие между структурой выгоды и системой предпочтений стран Северо-Восточной Азии свидетельствует о структурной сложности энергетического сотрудничества между странами СВА и Россией.

В-четвертых, для осуществления многостороннего сотрудничества между странами СВА и Россией необходимы многосторонние рамки сотрудничества для координации и обсуждения масштабов выгоды от сотрудничества, а также методов сотрудничества. Эффективность многостороннего сотрудничества не является достаточным условием для осуществления многостороннего сотрудничества. Кроме того, различия в структуре выгоды каждой страны в области энергетического сотрудничества и сложность его реализации не позволяют автоматически достичь энергетического сотрудничества в странах СВА. Другими словами, необходимо иметь механизм для обсуждения выгоды от сотрудничества, средств сотрудничества и объектов сотрудничества между странами СВА, чтобы энергетическое сотрудничество могло быть реализовано.

В нашем анализе изменение энергетического баланса стран СВА использовано как результат, поэтому политика, инвестиции и технологическое развитие каждой страны для достижения своих целей в процессе реального энергетического сотрудничества остаются объектами сотрудничества. Важность перехода энергетического баланса в рамках такого энергетического сотрудничества указывает на необходимость расширения сферы и объекта энергетического сотрудничества между странами СВА и Россией. Другими словами, энергетический переход, который оказывает сильное влияние на индекс ESS, эффективен в продвижении энергетического сотрудничества между странами СВА с учетом связей с другими областями, такими как экономика, наука и техника, окружающая среда.

Корея, Япония и Китай, а также Россия стремятся увеличить долю возобновляемых источников энергии в своих долгосрочных энергетических планах и стратегиях. Страны ставят перед собой такие задачи, как развитие НИОКР, увеличение инвестиций, международное сотрудничество. Кроме того, они стремятся к эффективному решению вопросов, связанных с управлением спросом на энергию, повышением энергоэффективности, сокращением выбросов парниковых газов и иных вредных веществ. Расширение сферы сотрудничества в этих нетрадиционных энергетических и неэнергетических секторах в рамках энергетического сотрудничества

между странами СВА является не только эффективным, но и необходимым.

Энергетические планы и стратегии стран СВА уже основаны на концепции энергетической устойчивости, поэтому крайне важно иметь расширенную форму энергетического сотрудничества, которая признает энергетическую устойчивость в качестве совместной выгоды. Такое расширенное энергетическое сотрудничество, основанное на энергетической устойчивости, требует многостороннего сотрудничества в области энергетической устойчивости, отличного от традиционных форм двустороннего сотрудничества.

Обсуждение конкретного метода или структуры механизма многостороннего сотрудничества выходит за рамки нашего исследования. Кроме того, крайне затруднено формирование механизмов многостороннего сотрудничества между странами в условиях фактически конкурентной среды. Однако наличие многосторонних каналов экономического сотрудничества, в рамках которых обсуждается сотрудничество в области экономики, науки, техники, образования и окружающей среды, а также международных организаций экономического сотрудничества, в которых участвуют страны, может стать основой для формирования такого механизма.

### **III. ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

*Статьи в научных рецензируемых изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности:*

1. Ён Юнг Мин, «Изменение роли государства в российской экономике»// Экономическое возрождение России. 2016. № 4, с.145–151 (Импакт-фактор 0,762; общий объем 0,35 п.л., в т.ч. с авторским вкладом 0,35 п.л.).
2. Ён Юнг Мин, «Оценка стабильности энергоснабжения Республики Корея»// Региональная Экономика: Теория и Практика. 2019. № 12, с. 2387–2398 (Импакт-фактор 0,859; общий объем 0,75 п.л., в т.ч. с авторским вкладом 0,75 п.л.).
3. Yoon, Youngmin, «ENERGY IMPORT DIVERSITY OF ENERGY IMPORTING COUNTRIES: FOCUS ON KOREA AND JAPAN»// Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2019. № 8, с. 33–43 (Импакт-фактор 0,342; общий объем 0,7 п.л., в т.ч. с авторским вкладом 0,7 п.л.).
4. Yoon, Youngmin, «Assessing Energy Security of Korea and Japan»// Инновации и Инвестиции. 2020. № 3, с. 68-73 (Импакт-фактор 0,155; общий объем 0,35, в т.ч. с авторским вкладом 0,35 п.л.).
5. Yoon, Youngmin, «Assessing International Competitiveness Of Renewable Energy Industry In Korea And Analyzing Its Determinants»// Интеллект, Инновации, Инвестиции. 2020. №3, с. 42-52 (Импакт-фактор 0,342; общий объем 0,7 п.л., в т.ч. с авторским вкладом 0,7 п.л.)