

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ: ВЫЗОВЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКИ

Оригинальная статья

УДК [303.6+303.7]:001.8

<https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2024-15-1.art6>

# Выявление актуальных задач энергетического перехода в публикациях агрегатора контента научных публикаций Scilit. Часть 1. Кластеризация ключевых слов

Б.Н. Чигарев 

Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия

**Аннотация.** Актуальность. Доступ российских исследователей к Scopus и Web of Science стал ограничен, поэтому актуальным становится использование открытых реферативных баз данных. Цель работы. Выявление актуальных задач энергетического перехода в публикациях, представленных в агрегаторе контента для научных публикаций с бесплатным доступом Scilit. Материалы и методы. Тематика публикаций определялась путем кластеризации ключевых слов с использованием программы VOSviewer. В работе использовались 9988 библиометрических записей статей за 2019–2023 гг. Результаты. Определены актуальные вопросы энергетического перехода, заслуживающие дальнейшего изучения, в том числе: преимущества энергетического перехода для энергетических систем, важность информационно-коммуникационных технологий, изучение гуманитарных и социальных аспектов, основные проблемы справедливого перехода, актуальные вопросы водородной экономики, преимущества цифровой экономики и основные вызовы на пути к энергетическому переходу. Выводы. Большинство публикаций посвящено целям устойчивого развития «Доступная и чистая энергия» и «Борьба с изменением климата». Наиболее широко представлены публикации авторов из европейских институтов, а также китайских вузов. Определены журналы, в которых публикуются основные статьи по энергетическому переходу, представленные в Scilit. Предлагаемый подход к определению тематики публикаций позволил выделить задачи для дальнейшего, более детального исследования.

**Ключевые слова:** энергетический переход, актуальные темы исследований, агрегатор контента Scilit, библиометрический анализ

**Финансирование:** работа выполнена в рамках государственного задания ИПНГ РАН (тема № 122022800270-0).

**Для цитирования:** Чигарев Б.Н. Выявление актуальных задач энергетического перехода в публикациях агрегатора контента научных публикаций Scilit. Часть 1. Кластеризация ключевых слов // Актуальные проблемы нефти и газа. 2024. Т. 15, № 1. С. 72–94. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2024-15-1.art6>

## **Введение**

### **Актуальность исследования**

Прекращение доступа российских исследователей к ведущим реферативным базам данных Scopus и Web of Science затрудняет анализ по выявлению актуальных направлений исследований, но не исключает возможности их проведения. Такая ситуация способствует переходу к использованию реферативных баз данных открытого доступа.

В целом открытые платформы уступают Scopus и Web of Science по полноте полей в библиометрических записях, но, в зависимости от задачи, не все эти поля бывают востребованными. Приведенный ниже краткий обзор литературы указывает на актуальность библиометрического анализа темы «Энергетический переход». Автору не удалось найти исследований по данной теме, выполненных с использованием платформы Scilit. Учитывая открытость и качество данных платформы Scilit, ее использование для тематического анализа публикаций является актуальным.

### **Цель исследования**

Показать возможности использования агрегатора научных публикаций со свободным доступом Scilit для анализа актуальных задач исследований по теме: «Энергетический переход».

### **Краткие характеристики платформы Scilit**

Платформа Scilit ([scilit.net](http://scilit.net)) – это агрегатор контента для научных публикаций с бесплатным доступом, разработана и поддерживается издательством MDPI AG.

Качество данных обеспечивается тем, что Scilit позволяет издателям регистрировать аккаунты и загружать метаданные или полный текст своих публикаций. Наличие DOI – обязательно. Scilit проверяет издателей и публикации, прежде чем разрешить загрузку данных.

На момент написания данной статьи (ноябрь–декабрь 2023 г.) в поиске Scilit доступно 161 млн публикаций.

При осуществлении поиска доступны фильтры: Content Type, Year, Subject, Sustainable Development Goals, Source Title, Publisher, Author, Corresponding Author, Funder, Institute, Country / Territory, MeSH Heading, Chemical Substances, Language, Article Status (Тип содержания, Год, Тема, Цели устойчивого развития, Название источника, Издатель, Автор, Корреспондирующий автор, Финансирующая организация, Институт, Страна / Территория, Рубрика MeSH, Химические вещества, Язык, Статус статьи).

Экспорт библиометрических данных включает поля цитирования и ключевых слов, что важно при оценке актуальности рассматриваемой тематики.

Платформа Scilit предоставляет раздел аналитики – Analytics view.

Дополнительные сервисы платформы:

1) [scilit.net/publications/cited-by-search](http://scilit.net/publications/cited-by-search) – поиск по цитированию, что позволяет найти все цитирующие публикации для данной публикации, поиск осуществляется по DOI.

2) [scilit.net/rankings](http://scilit.net/rankings) – статистика и рейтинги журналов и издательств.

### **Краткий обзор литературы**

Результаты запроса к Scilit – Common Fields [Title, Abstract, Keyword]: “energy transition”, Content Type: Journal Article и применения фильтра – “Information and Library Science” (Общие поля [Название, Аннотация, Ключевое слово]: «энергетический переход», Тип содержания: Статья в журнале и применение фильтра – «Библиотековедение») выдают 193 публикации, что вполне достаточно при выборе статей для краткого обзора литературы по вопросу использования библиометрических данных для анализа актуальных задач энергетического перехода в контексте научных публикаций.

При этом следует отметить, что большинство публикаций, соответствующих данному запросу, не носят характер библиометрических исследований, а скорее являются обзором большого числа литературы.

Так, в высокоцитируемой статье [1] рассматривается актуальная литература по применению интернета вещей (Internet of Things, IoT) в энергетических системах в целом и в контексте интеллектуальных сетей в частности. Обсуждаются такие технологии как IoT, облачные вычисления и различные платформы для анализа данных. Рассматриваются проблемы внедрения IoT в энергетическом секторе, включая конфиденциальность и безопасность.

В статье [2] исследуются текущие глобальные тенденции в энергетическом секторе и перспективы развития энергетики до 2035 года. Доказывается важность оценки рисков при сценарном прогнозировании на основе экспертных оценок. Делается вывод о том, что ископаемая энергетика и возобновляемые источники энергии являются неотъемлемыми частями современной энергетики.

Авторы работы [3] анализируют расширение использования децентрализованной генерации возобновляемой энергии, накопителей и интеллектуальных приборов учета, которые требуют новых бизнес-моделей и механизмов координации в энергетическом секторе. Для этого в работе используются существующие научные публикации, отчеты, сообщения в блогах и на веб-сайтах, позволяющие обсудить, какие виды деятельности и характеристики экономики совместного использования могут быть применимы к энергетическому сектору.

Если вместо фильтра “Information and Library Science” («Информационная и

библиотечная наука» – «Библиотековедение») использовать дополнительное ограничение к запросу – AND (Scopus OR “Web of Science”), то система выдаст только 48 статей. Здесь, как и в первом случае, не было ограничения на время публикации.

Статьи из данной выборки, как правило, включают стандартный библиометрический анализ.

В работе [4] обсуждается вопрос о том, как социальные инновации, экономика замкнутого цикла и энергетический переход могут рассматриваться в качестве компонентов устойчивого развития. При анализе использовались данные Web of Science, Scopus и JSTOR.

Авторы работы [5] рассматривают публикации по планированию муниципальных энергетических систем в контексте энергетического перехода. Проведенный библиометрический анализ основан на базе данных 1235 статей из Web of Science с использованием R-инструмента Bibliometrix. Публикации посвящены возобновляемым источникам энергии, оптимизации и гибридным энергетическим системам, а также централизованному теплоснабжению.

Чтобы всесторонне обсудить вопросы перехода к чистой энергетике, авторы статьи [6] использовали комбинацию нескольких инструментов библиометрического анализа, включая HistCite, CiteSpace и R Bibliometrix. В работе использовалась 2191 статья из Web of Science, связанная с чистой энергетикой.

При аналогичном запросе, но с дополнительным ограничением AND “Scilit”, а не AND (Scopus OR “Web of Science”), не было найдено ни одной публикации.

### Материалы и методы

В статье использовались 9988 библиометрических записей, экспорттированных из агрегатора контента для научных публикаций Scilit по запросу: “energy transition” («энергетический переход») in Common Fields [Title, Abstract, Keyword]. Дополнительная фильтрация включала: 2019–2023 гг., тип публикаций – только статьи (актуально на 22.11.2023).

Кластеризация, по ключевым словам, проводилась с использованием программы VOSviewer [7].

Для анализа тематики публикаций использовались данные полей Publication Keywords, Times of Cited и Year (Ключевые слова издания, Количество цитирований и

Год), приведенные к формату, используемому платформой Scopus.

Пузырьковые диаграммы, показывающие изменение со временем актуальности используемых ключевых слов, создавались с использованием бесплатной программы Scimago Graphica [8].

### Общие характеристики выборки экспорттированных библиометрических данных

На рис. 1–5 представлены общие характеристики выборки экспорттированных библиометрических данных, полученные с использованием инструментов Analytics view системы Scilit. Заголовки полей в таблицах соответствуют их написанию в Analytics view.



**Рис. 1.** Распределение числа публикаций по годам

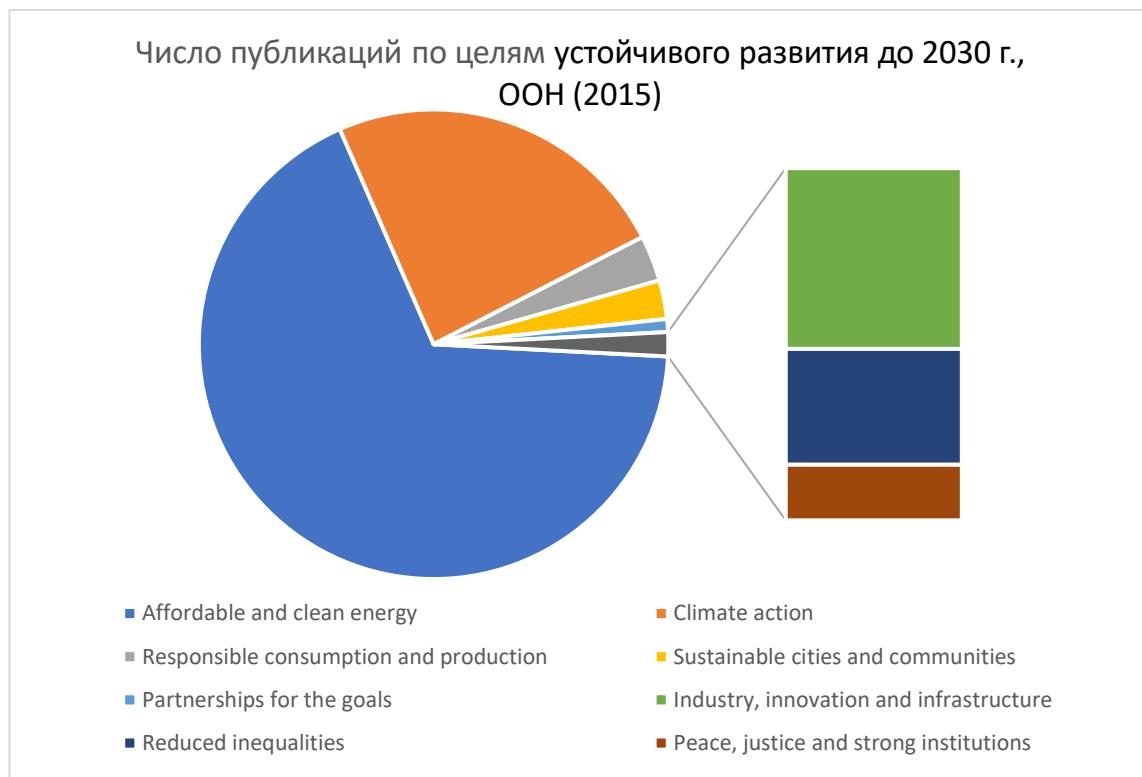
**Fig. 1.** Distribution of publications by year

Наибольшее число публикаций отнесено к целям в области устойчивого развития – “Affordable and Clean Energy” («Доступная и чистая энергия») и “Climate Action” («Борьба с изменением климата»), см. рис. 2.

Экологические задачи (темы исследований “Environmental”) представлены

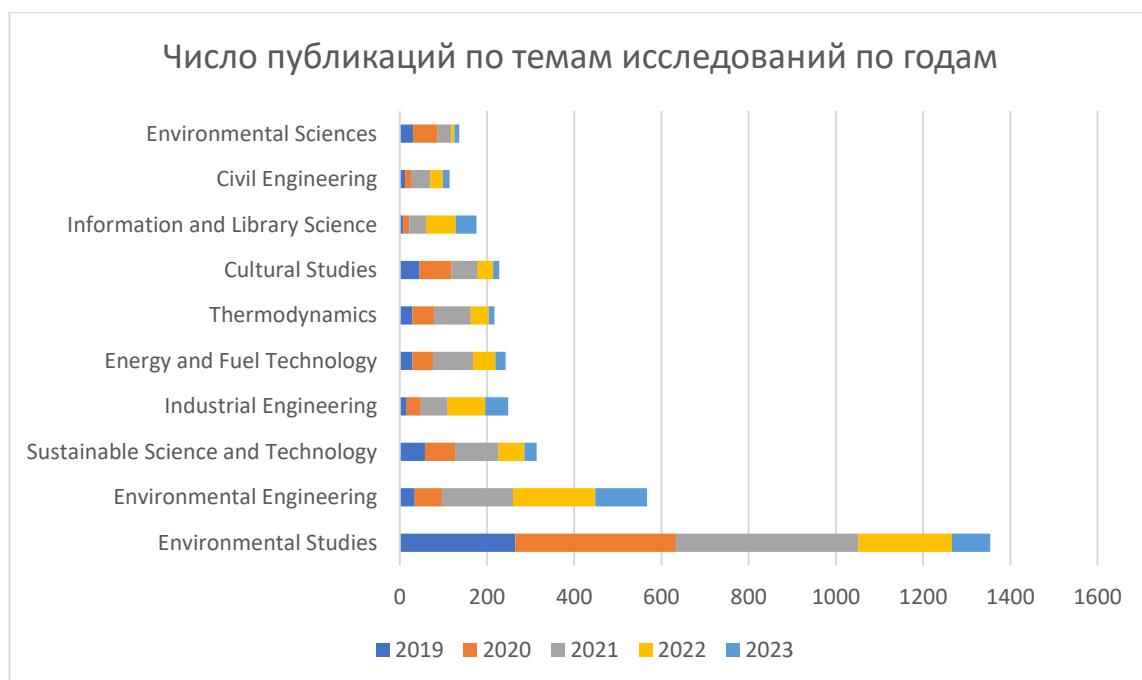
большим числом публикаций в трех направлениях: экологические исследования, экологическая инженерия и науки об окружающей среде (см. рис. 3).

Наиболее широко представлены европейские институты, далее следуют институты Китая: университет Цинхуа и Пекинский университет (см. рис. 4).



**Рис. 2.** Количество публикаций в используемой выборке, которые Scilit относит к конкретной Цели устойчивого развития ООН (Sustainable Development Goal)

**Fig. 2.** Number of publications in the used sample that Scilit attributes to a specific UN Sustainable Development Goal



**Рис. 3.** Распределение количества публикаций по годам, отнесенных Scilit к определенной области исследований (Subject)

**Fig. 3.** Distribution of the number of publications by year attributed by Scilit to a specific Subject

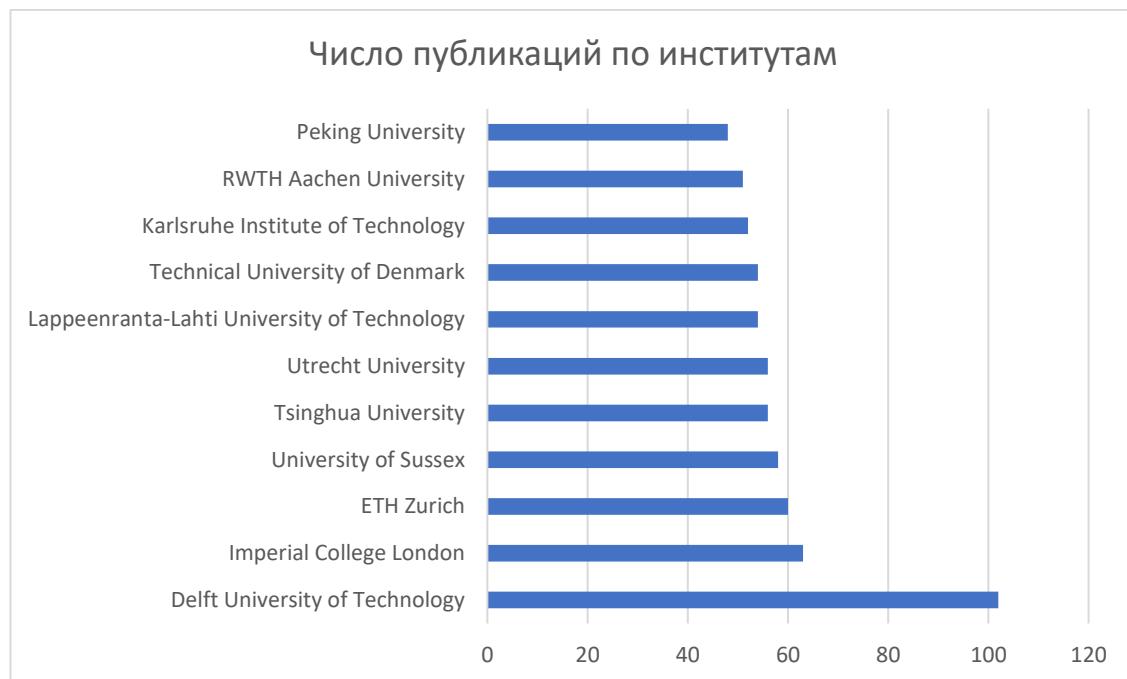


Рис. 4. Институты, авторы которых имеют наибольшее число публикаций в исследуемой выборке

Fig. 4. Institutions whose authors have the highest number of publications in the analyzed sample

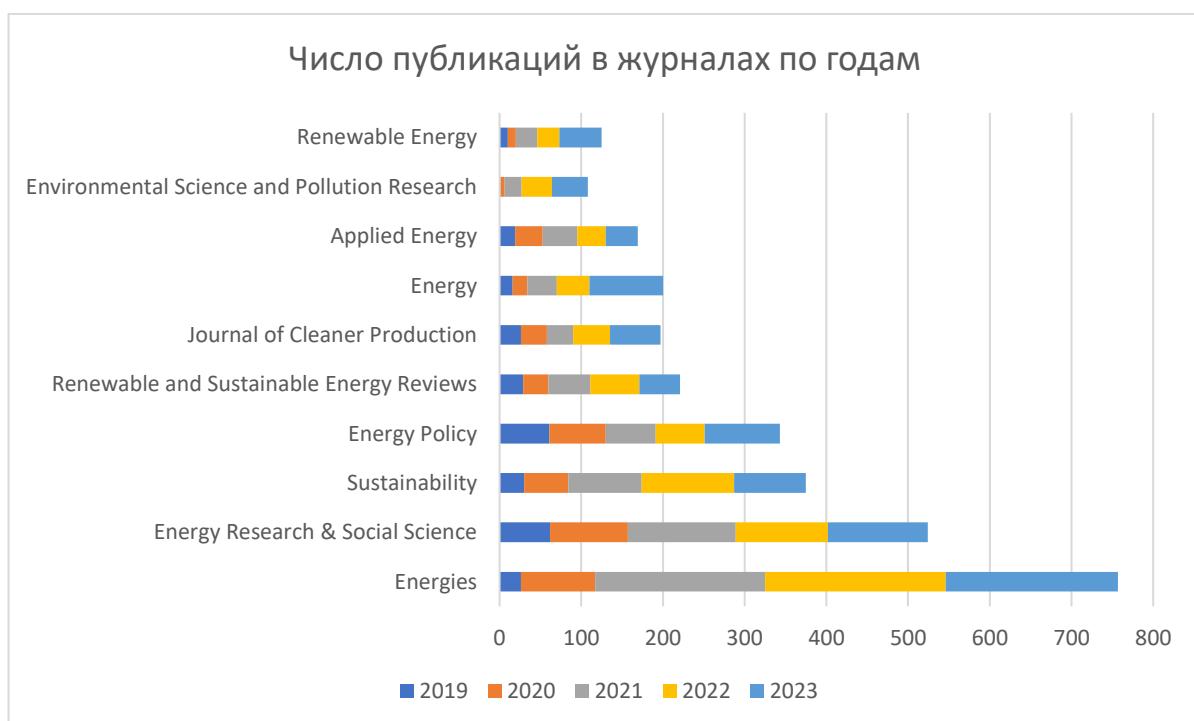


Рис. 5. Журналы с наибольшим числом публикаций в используемой выборке

Fig. 5. Journals with the highest number of publications in the used sample

Из гистограммы, представленной на рис. 5, следует, что журналы Energies и Sustainability выпускаются издательством

MDPI, Environmental Science and Pollution Research – издательством Springer, а остальные – Elsevier.

## Результаты исследования

Результаты кластеризации ключевых слов, основанные на их совместной встречаемости, представлены на рис. 6. Надписи на диаграммах оставлены в том

виде, в каком они представлены в файле, экспортированном из VOSviewer. Ключевые слова использовались в исходном виде, предварительная обработка не проводилась.

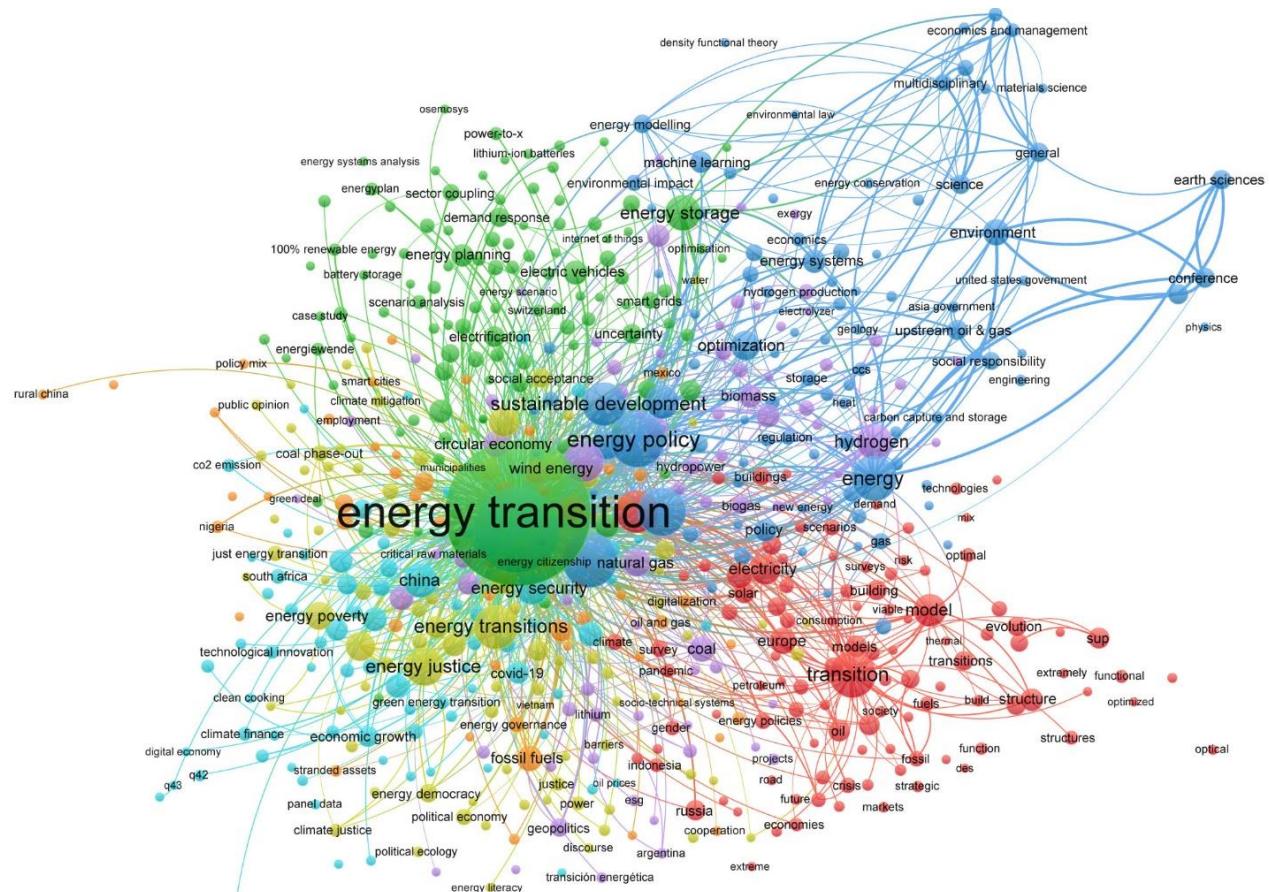


Рис. 6. Кластеризация ключевых слов на основе сети их совместной встречаемости

**Fig. 6.** Clustering of keywords based on their co-occurrence network

Общее число уникальных ключевых слов составило 24192. Из них 613 встречалось 10 и более раз, они были использованы в работе.

Дополнительным условием являлось нахождение в кластере не менее 40 терминов. При этом получено 7 кластеров.

Термин «энергетический переход» существенно доминирует над остальными, что соответствует тематике исследуемой выборки библиометрических записей.

Выявление ключевых слов, характеризующих перспективные темы для исследований, осуществлялось с помощью построения пузырьковых диаграмм для каждого кластера, отражающих изменение актуальности используемых ключевых слов. Для их построения из общего списка ключевых слов каждого кластера выбирались 8 ключевых слов с наибольшей нормализованной цитируемостью и 8 наиболее часто встречающихся ключевых слов.

Тексты, представленные после соответствующих пузырьковых диаграмм, формировались на основе полей библиометрических данных Title и Abstract и дополнительных запросов к системе Scilit.

Согласно руководству по программе VOSviewer, Avg. norm. citations – это среднее нормализованное число цитирований, полученных документами, в которых встречается ключевое слово. Avg. pub. year – средний год публикации документов, в которых встречается ключевое слово или термин.

Нормализованное число цитирований документа равно числу цитирований документа, деленному на среднее число цитирований всех документов, опубликованных в том же году и

включенных в данные, предоставляемые VOSviewer.

Размер пузырька отражает частоту встречаемости ключевого слова (occurrences), цвет – его общую силу связей (total link strength).

Ниже представлены пузырьковые диаграммы, показывающие изменение со временем актуальности ключевых слов с наибольшей встречаемостью и цитированием, для каждого кластера. На всех диаграммах по оси ординат откладываются значения средней нормализованной цитируемости, по оси абсцисс – средние годы публикаций, содержащих данное ключевое слово.

Пузырьковая диаграмма для первого кластера приведена на рис. 7.

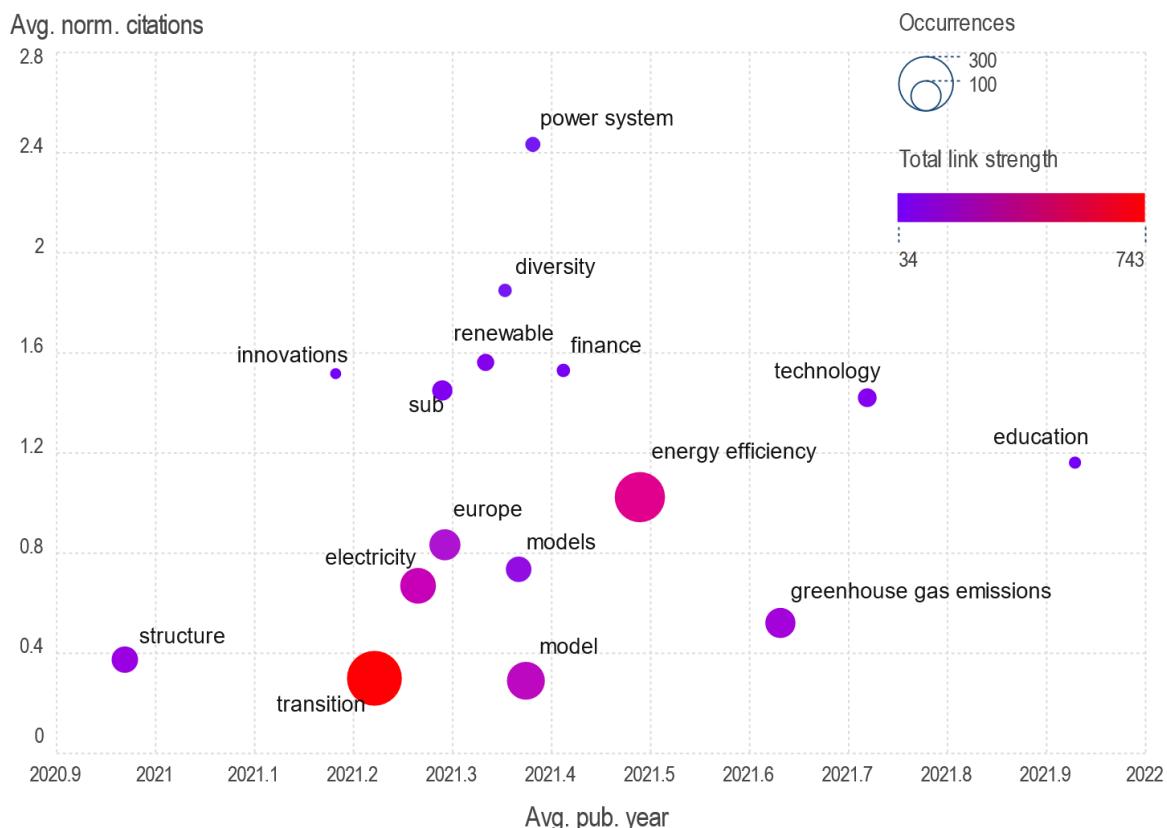


Рис. 7. Диаграмма ключевых слов первого кластера с наибольшей встречаемостью и цитированием

Fig. 7. Diagram of the first cluster keywords with the highest occurrence and citations

**Термин:** “power system” («энергетическая система») – имеет высокую нормализованную цитируемость и широко употребим вне рамок энергетического перехода, следовательно, позволяет расширить контекст исследований. Альтернативой для рассмотрения может служить термин “education” («образование»), отражающий важность подготовки кадров для энергетического перехода, но “power system” больше соотносится с другими терминами данного кластера, такими как: “technology” («технологии»), “innovation” («инновации»), “greenhouse gas emission” («выбросы парниковых газов»).

**Запрос:** Common Fields [Title, Abstract, Keyword]: “energy transition” AND “power system”.

**Результатом:** число публикаций по годам: 2023 (399), 2022 (385), 2021 (339), 2020 (210), 2019 (138).

Рост числа публикаций за пять лет – 2,89 раз. Умеренный рост.

#### **Преимущества энергетического перехода для энергосистем:**

- диверсификация возобновляемых источников энергии повышает энергетическую безопасность, снижает зависимость от импорта и повышает доступность внутренних ресурсов;

- использование возобновляемых источников энергии в энергетических системах способствует развитию технологий и инноваций;

- использование возобновляемых источников энергии в энергетических системах может способствовать достижению климатических целей;

- энергетический переход способствует росту занятости в таких отраслях энергетической системы, как производство солнечных панелей и обслуживание ветряных турбин, поддерживая местную экономику;

– переход на использование чистых источников энергии улучшает состояние окружающей среды, что ведет к улучшению здоровья, например, снижению числа респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний.

**Пример актуальной статьи:** “A critical review on environmental impacts of renewable energy systems and mitigation strategies: Wind, hydro, biomass and geothermal” [9] («Критический обзор воздействия систем возобновляемой энергетики на окружающую среду и стратегии смягчения последствий: ветровая, гидроэнергетика, энергия биомассы и геотермальная энергия» – перевод автора), цитируется 225 раз.

#### **Ключевые положения статьи:**

- ежегодный рост спроса на энергию в мире и его воздействие на окружающую среду имеют решающее значение для глобального энергетического перехода;

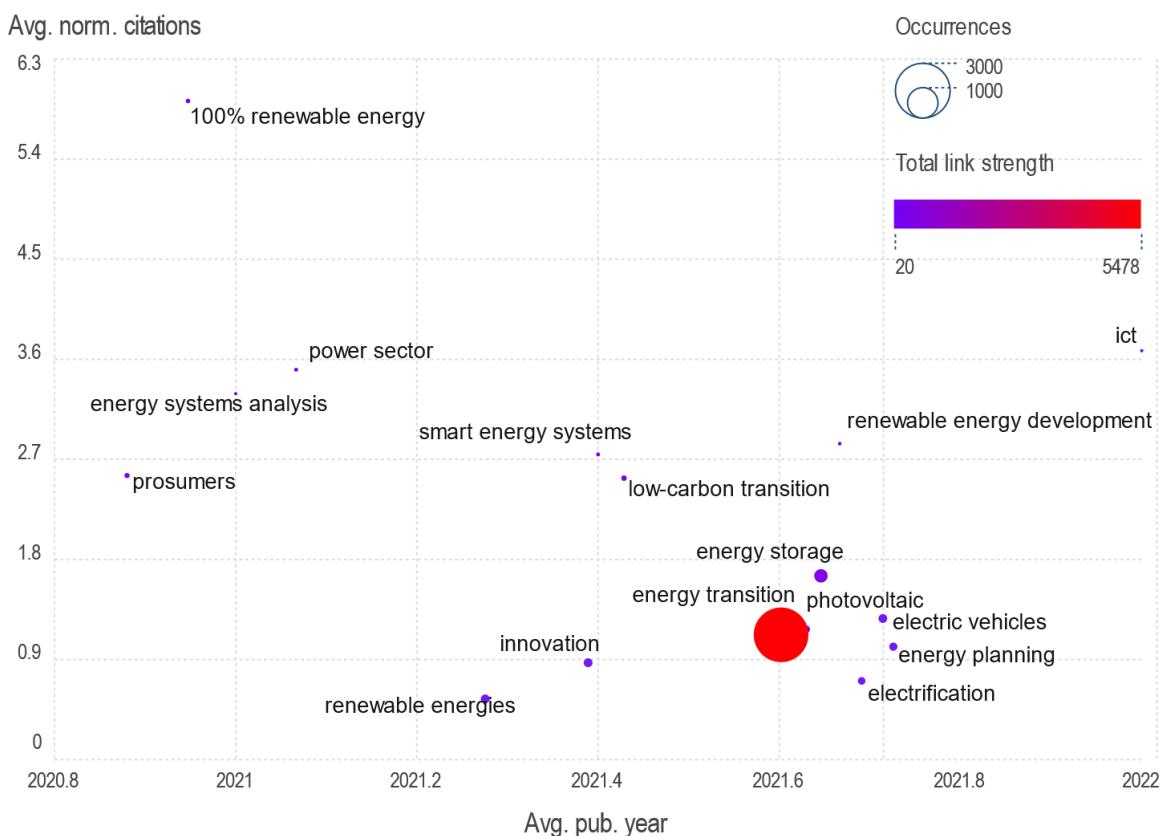
- возобновляемые источники энергии могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду, что требует тщательного анализа и соблюдения мер предосторожности;

- необходимо учитывать все этапы внедрения возобновляемых источников энергии – от проектирования до вывода из эксплуатации.

На рис. 8 приведена пузырьковая диаграмма для второго кластера.

**Термин:** “ICT” («ИКТ – информационно-коммуникационные технологии»)

- имеет среднюю нормализованную цитируемость и небольшое число статей, опубликованных в самое последнее время. Термин “energy transition” («энергетический переход») доминирует в данном кластере, остальные – можно рассматривать как его типичные сателлиты.



**Рис. 8.** Диаграмма ключевых слов второго кластера с наибольшей встречаемостью и цитированием

**Fig. 8.** Diagram of the second cluster keywords with the highest occurrence and citations

**Запрос:** Common Fields [Title, Abstract, Keyword]: “energy transition” AND “ICT”.

**Результат:** число публикаций по годам: 2023 (29), 2022 (14), 2021 (9), 2020 (5), 2019 (3).

Рост числа публикаций за пять лет – 9,7 раз. Высокий рост, при небольшом числе статей.

**Значимость ИКТ для энергетического перехода:** переход от ископаемых видов топлива к возобновляемым источникам энергии сопряжен с рядом вызовов в области ИКТ. К ним относятся: управление данными, интеграция распределенных энергоресурсов, кибербезопасность, совместимость, мониторинг в реальном времени, хранение энергии, электромобили, системы управления зданиями, интел-

лектуальные сети, энергетическая аналитика, искусственный интеллект, машинное обучение, IoT, блокчейн, VR/AR, а также 5G и краевые вычисления.

**Пример актуальной статьи:** “An empirical analysis of the non-linear impacts of ICT-trade openness on renewable energy transition, energy efficiency, clean cooking fuel access and environmental sustainability in South Asia” [10] («Эмпирический анализ нелинейного воздействия прозрачности торговли с использованием ИКТ на переход к возобновляемым источникам энергии, энергоэффективности, доступности чистого топлива для приготовления пищи и экологической устойчивости в Южной Азии» – перевод автора), цитируется 239 раз.

*Ключевые положения статьи:*

– исследуется влияние открытой торговли с использованием ИКТ на переход к использованию возобновляемых источников энергии, энергоэффективность, доступ к более чистым видам топлива и выбросы углерода в экономике стран Южной Азии;

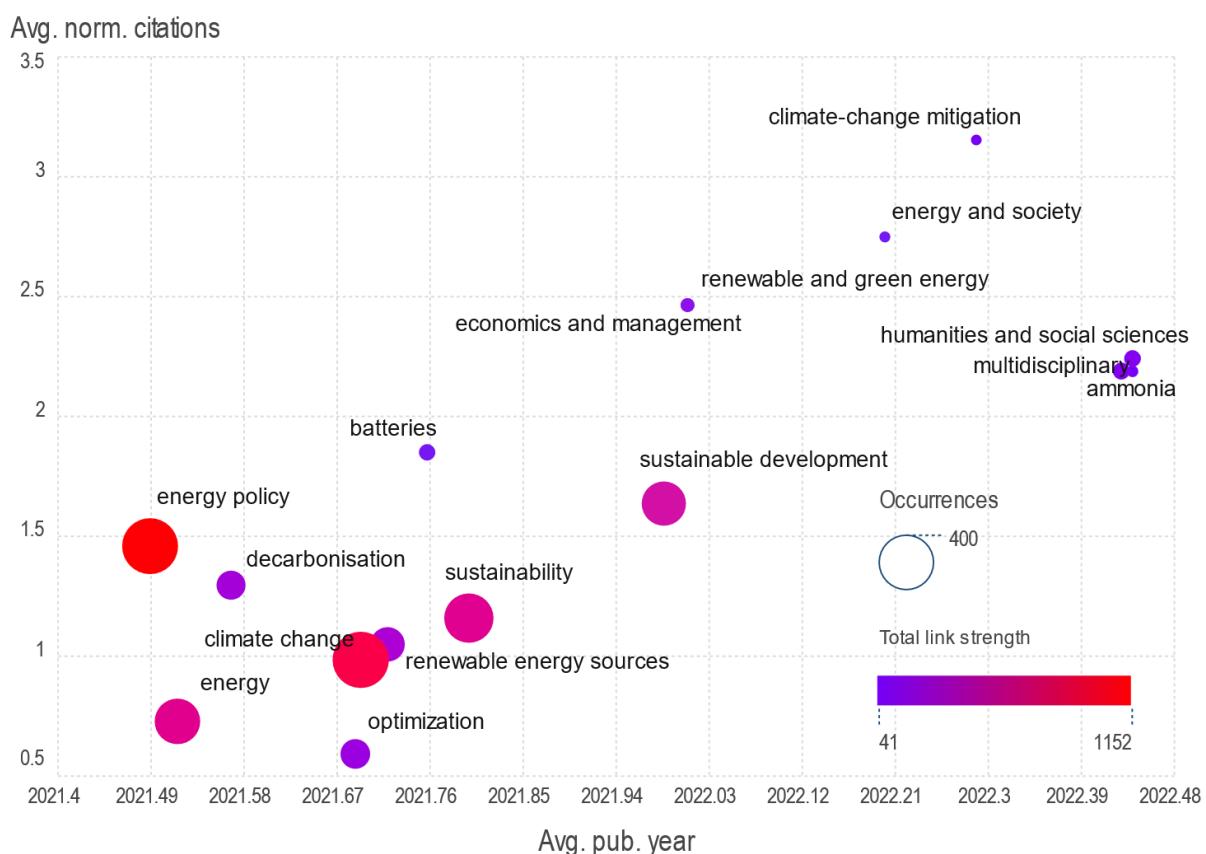
– открытая торговля напрямую увеличивает потребление возобновляемых источников энергии и долю возобновляемых источников энергии;

– открытая торговля снижает энергоемкость и способствует переходу на более чистые виды топлива для приготовления пищи;

– исследование предлагает снизить торговые барьеры и привлечь прямые иностранные инвестиции для повышения энергетической безопасности и экологической устойчивости в Южной Азии.

Снижение торговых барьеров за счет внедрения ИКТ может привлечь прямые иностранные инвестиции в энергетический сектор, но этого недостаточно для локализации производства, создания рабочих мест и обеспечения экономической независимости/безопасности.

Пузырьковая диаграмма для третьего кластера представлена на рис. 9.



**Рис. 9.** Диаграмма ключевых слов третьего кластера с наибольшей встречаемостью и цитированием

**Fig. 9.** Diagram of the third cluster keywords with the highest occurrence and citations

**Термин:** “humanities and social sciences” («гуманитарные и общественные науки») – имеет среднюю нормализованную цитируемость, но преимущественно встречается в новых публикациях.

**Запрос:** Common Fields [Title, Abstract, Keyword]: “energy transition” AND (humanities OR “social sciences”).

**Результат:** число публикаций по годам: 2022 (147), 2023 (132), 2021 (103), 2020 (63), 2019 (43). На 28.11.2023 число публикаций было максимально в 2022 году.

Рост за четыре года составил 3,42 раза.

#### **Гуманитарные и социальные аспекты энергетического перехода:**

– энергетический переход направлен на улучшение здоровья населения и общего качества жизни за счет сокращения выбросов от использования ископаемого топлива;

– энергетический переход стимулирует экономический рост, инновации и «зеленую» экономику, создавая новые рабочие места в секторах производства, установки и обслуживания возобновляемых источников энергии;

– энергетический переход предусматривает различные стратегии, направленные на повышение социальной справедливости и обеспечение всеобщего доступа к чистой энергии;

– энергетический переход способствует участию общественности в принятии решений по развитию энергетических систем, продвигает проекты по использованию возобновляемых источников энергии и децентрализованных систем;

– энергетический переход способствует развитию практик устойчивого развития, образования и междисциплинарных исследований в области возобновляемых источников энергии, изменения климата и экологической справедливости.

**Пример актуальной статьи:**  
“Expanding the scope and implications of

energy research: A guide to key themes and concepts from the Social Sciences and Humanities” [11] («Расширение рамок и последствий исследований в области энергетики: руководство по ключевым темам и концепциям в области общественных и гуманитарных наук» – перевод автора), цитируется 62 раза.

#### **Ключевые положения статьи:**

– представлен обзор основных исследований в области социальных и гуманитарных наук (Energy-SSH), связанных с энергетикой в Европе;

– исследование основывается на четырех обзорах литературы в рамках проекта ЕС «Горизонт 2020» SHAPE ENERGY;

– в центре внимания – энергоэффективность, низкоуглеродное энергоснабжение, оптимизация энергосистем и декарбонизация транспорта;

– выделяются приоритеты будущих исследований и политики в области энергетических и социальных технологий.

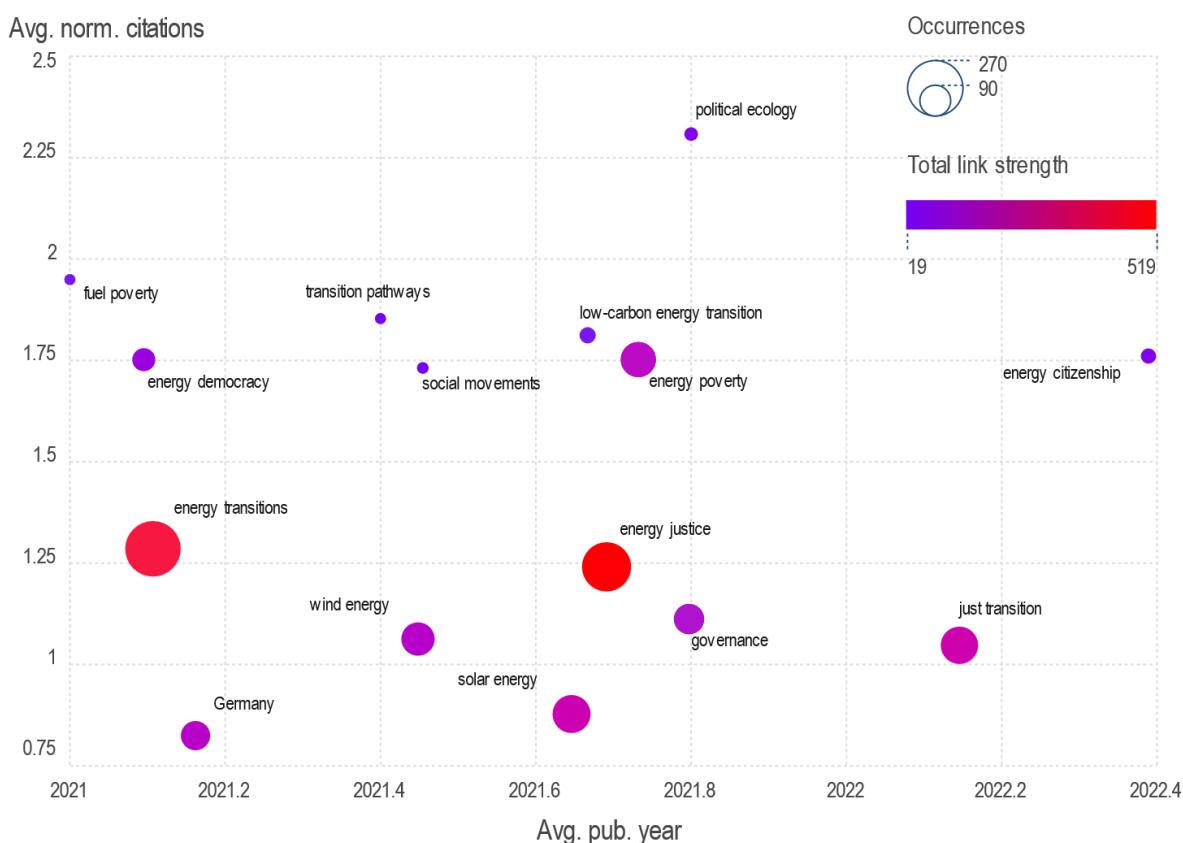
Тема социальных аспектов в энергетических исследованиях актуальна, но доминируют исследования, касающиеся экономически развитых стран. Социальные проблемы стран Глобального Юга могут существенно отличаться.

Приведенные в статье утверждения, например, в таких разделах, как «Преимущества энергетического перехода для сохранения природных ресурсов», отражают их доминирование в текстах собранных метаданных, но не исключают критического отношения к ним при более детальном рассмотрении конкретной темы, например, проблемы добычи, производства и утилизации материалов, используемых в возобновляемой энергетике. «Грязные» производства могут размещаться в бедных странах, а экологические преимущества достигаться в экономически развитых странах.

На рис. 10 приведена пузырьковая диаграмма для четвертого кластера.

**Термин:** “just transition” («справедливый переход») – достаточно большое число публикаций, связанных с другими

терминами («энергетическая бедность», «энергетическая демократия», «энергетическая справедливость»), у термина невысокая цитируемость, но он чаще встречается в новых публикациях.



**Рис. 10.** Диаграмма ключевых слов четвертого кластера с наибольшей встречаемостью и цитированием

**Fig. 10.** Diagram of the fourth cluster keywords with the highest occurrence and citations

**Запрос:** Common Fields [Title, Abstract, Keyword]: “energy transition” AND “just transition”.

**Результат:** число публикаций по годам: 2023 (188), 2022 (140), 2021 (125), 2020 (73), 2019 (32)

Рост числа публикаций за пять лет – 5,88 раз.

**Ключевые вызовы на пути к справедливому энергетическому переходу:**

– проблема справедливого распределения выгод и затрат, особенно среди

социально уязвимых групп населения и домохозяйств с низким уровнем дохода;

– вопросы создания рабочих мест при сокращении занятости в отраслях, использующих ископаемое топливо;

– учет интересов местного населения при разработке проектов в области возобновляемой энергетики;

– обеспечение общедоступности чистой энергетики, предотвращение энергетической бедности и достижение социальной справедливости;

– содействие образованию в области технологий возобновляемых источников энергии и энергоэффективности.

**Пример актуальной статьи:** “The justice and equity implications of the clean energy transition” [12] («Значение перехода к экологически чистой энергетике с точки зрения справедливости и равенства» – перевод автора), цитируется 360 раз.

**Ключевые положения статьи:**

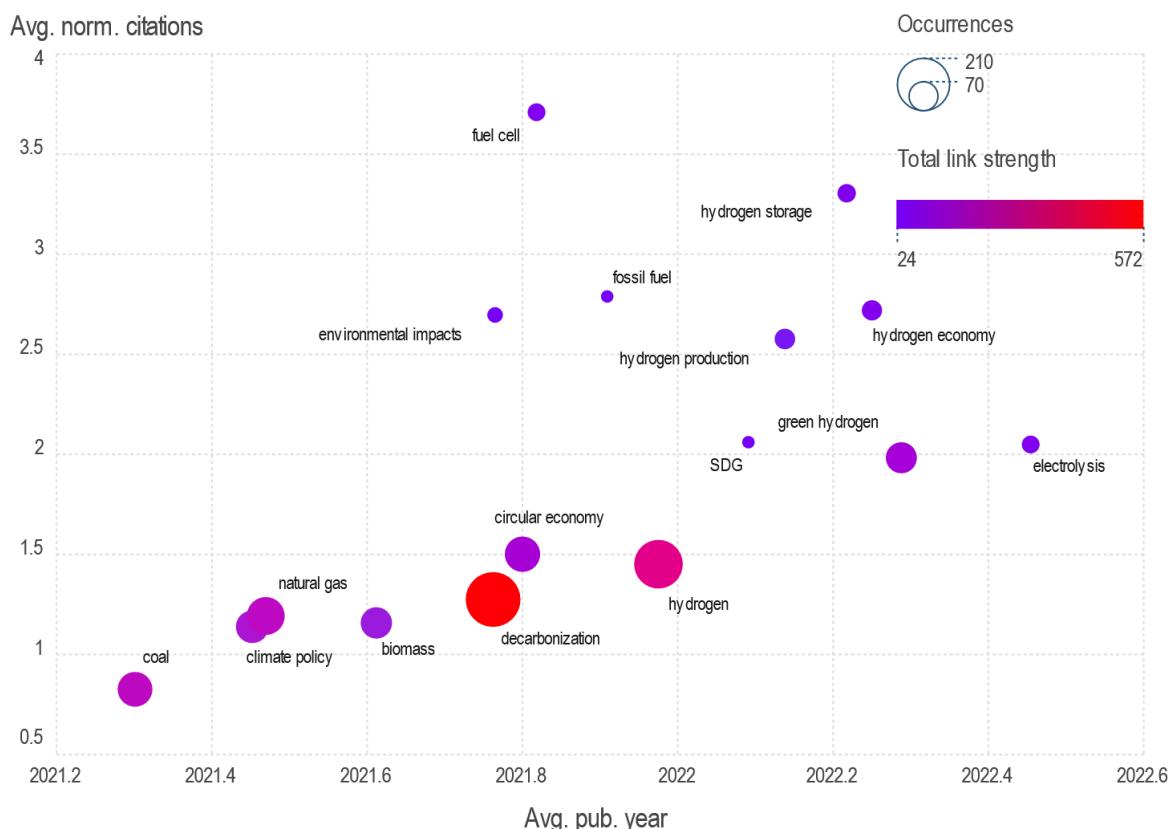
– сокращение выбросов углекислого газа в энергетическом секторе необходимо для ограничения последствий изменения климата;

– снижение выбросов углекислого газа возможно за счет вторичного производства энергии, конечных потребителей энергии и взаимозависимости секторов;

– проблемы декарбонизации энергетики включают в себя экологическую устойчивость, надежность поставок, экономическую стабильность и социальные аспекты;

– глобальный налог на выбросы углерода представляется наиболее перспективным инструментом ускорения декарбонизации.

Пузырьковая диаграмма для пятого кластера представлена на рис. 11.



**Рис. 11.** Диаграмма ключевых слов пятого кластера с наибольшей встречаемостью и цитированием

**Fig. 11.** Diagram of the fifth cluster keywords with the highest occurrence and citations

**Термин:** “hydrogen economy” («водородная экономика») – часто встречается в новых публикациях, имеет среднюю нормализованную цитируемость и широко

употребим вне рамок энергетического перехода. Связанные термины: «водород», «зеленый водород», «хранение водорода», «производство водорода», «электролиз».

**Запрос:** Common Fields [Title, Abstract, Keyword]: “energy transition” AND “hydrogen economy”.

**Результат:** число публикаций по годам: 2023 (66), 2022 (59), 2021 (39), 2020 (16), 2019 (6).

Рост числа публикаций за пять лет – 11 раз.

**Актуальные проблемы водородной экономики для энергетического сектора:** водородная экономика, являющаяся низкоуглеродной альтернативой ископаемому топливу, сталкивается с рядом проблем, включая высокие производственные затраты, неразвитую инфраструктуру, проблемы безопасности, энергоэффективности, масштабируемости, регулирования, общественного признания, технических проблем и конкуренции со стороны других низкоуглеродных источников. Чтобы полностью реализовать свой потенциал, правительства, лидеры отрасли и исследователи должны сотрудничать для разработки инновационных решений и создания устойчивого низкоуглеродного будущего. Решение этих вопросов имеет решающее значение для успеха водородной экономики.

**Пример актуальной статьи:** “Hydrogen energy systems: A critical review of technologies, applications, trends and challenges” [13] («Водородные энергетические системы: критический обзор технологий, применения, трендов и вызовов» – перевод автора), цитируется 648 раз.

#### *Ключевые положения статьи:*

- представлены характеристики водородных технологий и приведены экспериментальные результаты;

- на примере мировых проектов приведены примеры энергетических систем, работающих на водороде;

- исследовано текущее состояние себестоимости и производительности систем, работающих на водороде;

- представлен подробный статистический анализ публикаций;

- обсуждаются перспективы и вызовы, связанные как с технологическими, так и с социальными аспектами.

Переход к водородной экономике потребует решения целого ряда вопросов, связанных с высокими производственными затратами, инфраструктурой, безопасностью и энергоэффективностью, исследованиями и разработками, а также экономическим и правовым регулированием.

На рис. 12 приведена пузырьковая диаграмма для шестого кластера.

**Термин:** “digital economy” («цифровая экономика») – часто встречается в новых публикациях, имеет среднюю нормализованную цитируемость и широко употребим вне рамок энергетического перехода.

**Запрос:** Common Fields [Title, Abstract, Keyword]: “energy transition” AND “digital economy”.

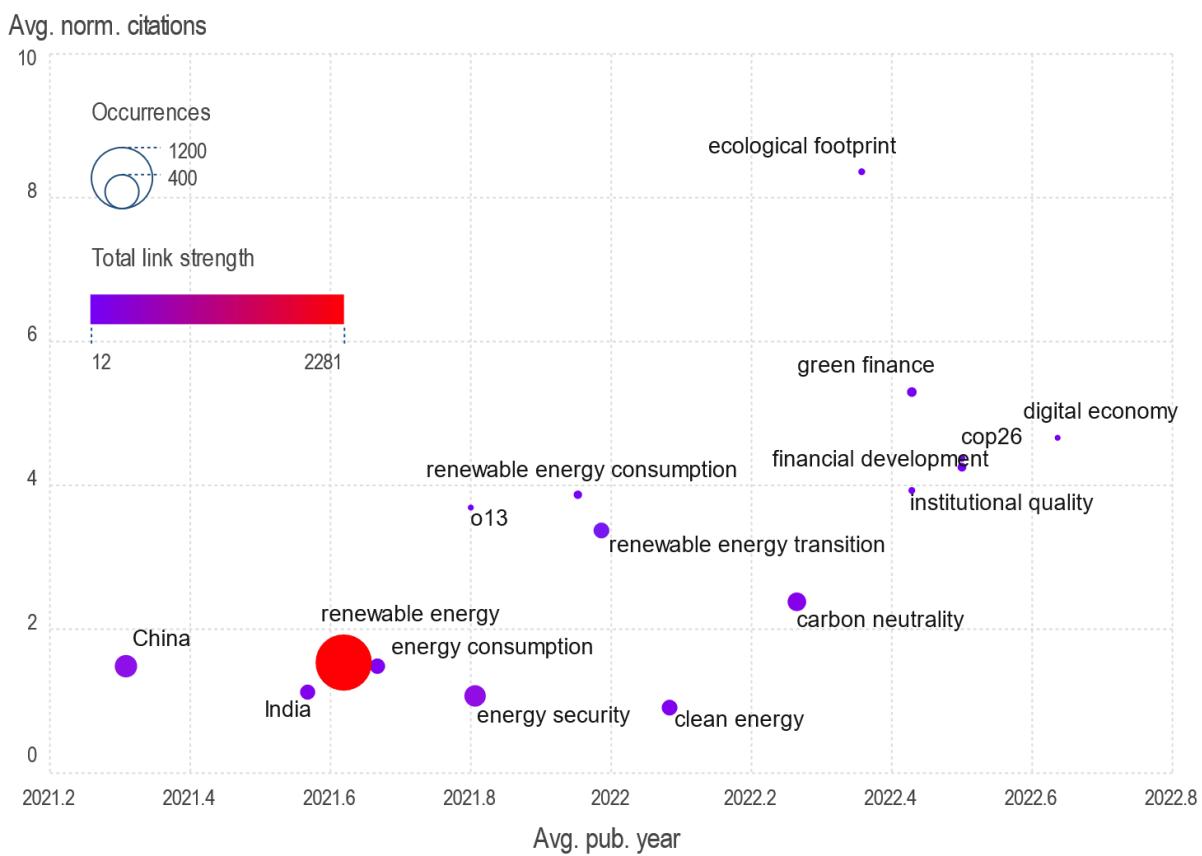
**Результат:** число публикаций по годам: 2023 (24), 2022 (17), 2021 (8), 2019 (7), 2020 (5).

Рост числа публикаций за пять лет – 4,8 раз.

#### *Преимущества цифровой экономики для энергетического сектора:*

- цифровая экономика способствует созданию интеллектуальных сетей, средств связи и анализа данных для эффективного управления энергетикой;

- цифровая экономика содействует интеграции возобновляемых источников энергии за счет внедрения алгоритмов прогнозирования, аналитики больших данных и машинного обучения для оптимизации стабильности энергосистемы и баланса спроса и предложения;



**Рис. 12.** Диаграмма ключевых слов шестого кластера с наибольшей встречаемостью и цитированием

**Fig. 12.** Diagram of the sixth cluster keywords with the highest occurrence and citations

– цифровая экономика дает возможность гражданам и общественности участвовать в энергетическом переходе благодаря децентрализованным энергетическим системам и технологии блокчейн для одноранговой торговли;

– цифровая экономика способствует развитию энергоэффективных технологий в зданиях, используя IoT-устройства, датчики и автоматику для оптимизации энергопотребления, мониторинга режимов использования и настройки систем отопления и охлаждения;

– цифровая экономика позволяет использовать аналитику данных и

искусственный интеллект для принятия решений в энергетическом секторе.

В то же время цифровая экономика создает такие проблемы, как конфиденциальность данных и цифровое неравенство.

**Пример актуальной статьи:** “The impact of digital economy on energy transition across the globe: The mediating role of government governance” [14] («Влияние цифровой экономики на глобальный энергетический переход: роль государственного управления как медиатора» – перевод автора), цитируется 121 раз.

*Ключевые положения статьи:*

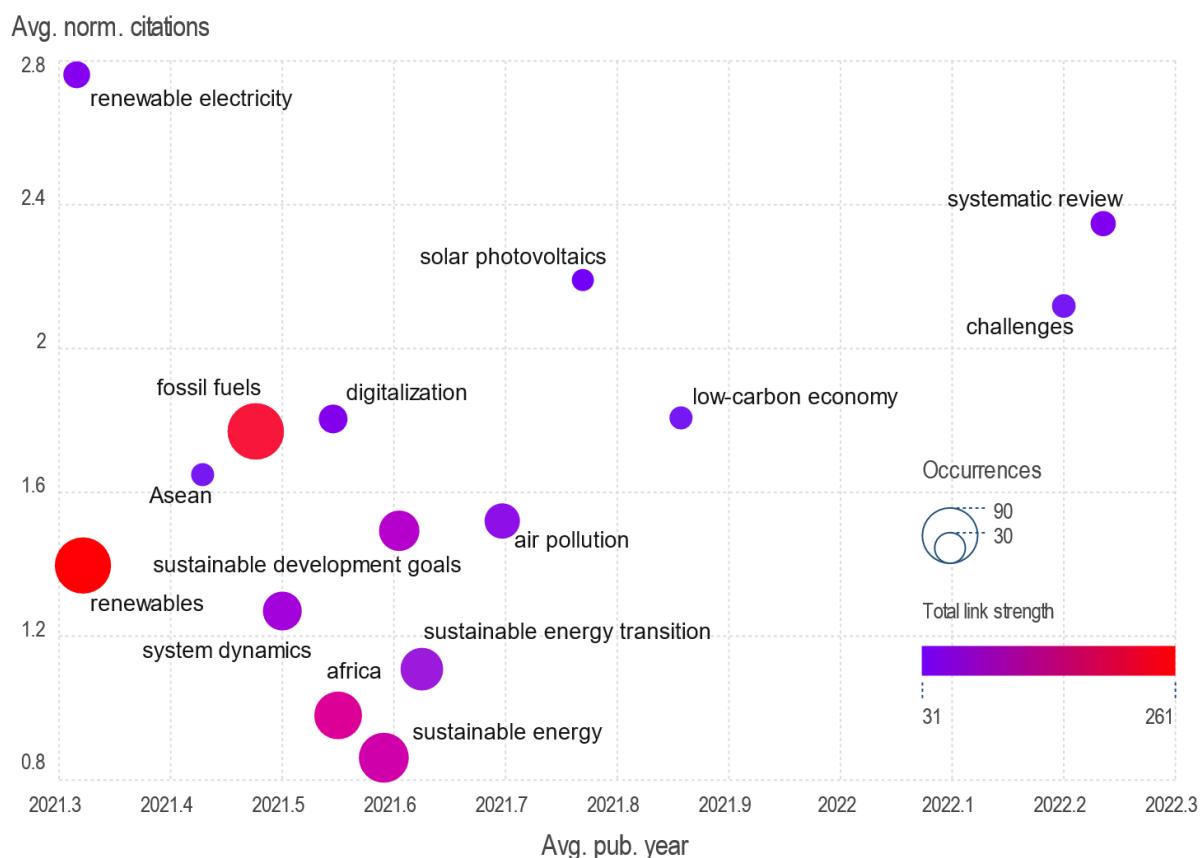
- использованы панельные данные по 72 странам за период 2003–2019 гг.;
- результаты показывают, что цифровая экономика оказывает положительное влияние на энергетический переход;
- рост цифровой экономики на 1% увеличивает потребление возобновляемой энергии на 0,021%, а выработку – на 0,106%;
- государственное управление играет медиативную роль в содействии переходу на возобновляемые источники энергии;
- цифровая экономика вносит положительный вклад в переход к

возобновляемой энергетике в странах с высоким уровнем дохода;

– существуют региональные неоднородности в воздействии цифровой экономики на энергетический переход.

Авторы из стран с высоким уровнем дохода часто продвигают темы возобновляемой энергетики и цифровизации, которые в их странах могут быть эффективны, а в бедные пишут расплывчато, например, указывая на некоторые «региональные неоднородности».

Пузырьковая диаграмма для седьмого кластера представлена на рис. 13.



**Рис. 13.** Диаграмма ключевых слов седьмого кластера с наибольшей встречаемостью и цитированием

**Fig. 13.** Diagram of the seventh cluster keywords with the highest occurrence and citations

**Термин:** “challenges” («вызовы») – средняя цитируемость, небольшое число публикаций, встречается в новых публикациях.

**Запрос:** Common Fields [Title, Abstract, Keyword]: “energy transition” AND “challenges”.

**Результат:** число публикаций по годам: 2023 (665), 2022 (601), 2021 (444), 2020 (295), 2019 (183).

Рост числа публикаций за пять лет – 3,63 раз.

**Основные вызовы энергетического перехода:**

- создание инфраструктуры для возобновляемых источников энергии, которое требует высоких первоначальных затрат, больших земельных участков и формирования законодательной базы;
- эффективные и недорогие технологии хранения энергии для стабильного энергоснабжения;
- интеграция возобновляемых источников энергии в электрическую сеть, включающая региональные и локальные системы управления;
- переподготовка работников для вовлечения их в новые секторы экономики;
- разработка целевых показателей и стимулов для содействия внедрению возобновляемых источников энергии и привлечения инвестиций;
- создание исследовательских центров в области технологий возобновляемых источников энергии, включая хранение энергии, управление сетями и генерацию;
- проблемы утилизации отработанных конструкций;
- доступность возобновляемых источников энергии для бедных слоев населения.

**Пример актуальной статьи:** “Challenges in the decarbonization of the energy sector” [15] («Проблемы декарбонизации энергетического сектора» – перевод автора), цитируется 252 раза.

**Ключевые положения статьи:**

- вызовы включают экономические и социальные проблемы, безопасность и устойчивость энергоснабжения;
- глобальный налог на выбросы углерода может ускорить процесс декарбонизации;
- необходимо обеспечить долгосрочное принятие решений в области энергетики и политической стабильности;
- конкурирующие секторы энергетики должны быть приоритетными для декарбонизации.

**Заключение**

Показана возможность использования агрегатора научных публикаций со свободным доступом Scilit для анализа актуальных исследовательских задач по теме: «Энергетический переход» на основе анализа ключевых слов из экспорттированных библиометрических данных.

Большинство публикаций посвящено целям устойчивого развития «Доступная и чистая энергия» и «Борьба с изменением климата».

Наиболее широко представлены публикации авторов из европейских институтов, а также китайских вузов: Университета Цинхуа и Пекинского университета.

Основные статьи по энергетическому переходу, представленные в Scilit, публикуются в журналах Energies and Sustainability, издаваемых MDPI, Environmental Science and Pollution Research, издаваемом Springer, а остальные – в журналах Elsevier.

Кластерный анализ ключевых слов и их графическое представление в виде пузырьковых диаграмм позволили выделить следующие задачи для дальнейшего, более детального исследования:

- преимущества энергетического перехода для энергосистем;
- значимость ИКТ для энергетического перехода;

- гуманитарные и социальные аспекты энергетического перехода;
- ключевые вызовы на пути к справедливому энергетическому переходу;
- актуальные проблемы водородной экономики для энергетического сектора;
- преимущества цифровой экономики для энергетического сектора;
- основные вызовы энергетического перехода.

### Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

### Список источников

1. *Motlagh N.H., Mohammadrezaei M., Hunt J., Zakeri B.* Internet of Things (IoT) and the energy sector // Energies. 2020. Vol. 13, No. 2. P. 494. <https://doi.org/10.3390/en13020494>
2. *Zhukovskiy Yu.L., Batueva D.E., Buldysko A.D. et al.* Fossil energy in the framework of sustainable development: Analysis of prospects and development of forecast scenarios // Energies. 2021. Vol. 14, No. 17. P. 5268. <https://doi.org/10.3390/en14175268>
3. *Plewnia F.* The energy system and the sharing economy: Interfaces and overlaps and what to learn from them // Energies. 2019. Vol. 12, No. 3. P. 339. <https://doi.org/10.3390/en12030339>
4. *Popescu C., Hysa E., Kruja A., Mansi E.* Social innovation, circularity and energy transition for environmental, social and governance (ESG) practices – A comprehensive review // Energies. 2022. Vol. 15, No. 23. P. 9028. <https://doi.org/10.3390/en15239028>
5. *Weinand J.M.* Reviewing municipal energy system planning in a bibliometric analysis: Evolution of the research field between 1991 and 2019 // Energies. 2020. Vol. 13, No. 6. P. 1367. <https://doi.org/10.3390/en13061367>
6. *Zhang W., Li B., Xue R. et al.* A systematic bibliometric review of clean energy transition: Implications for low-carbon development // PLoS ONE. 2021. Vol. 16, No. 12. P. e0261091. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261091>
7. *van Eck N.J., Waltman L.* Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping // Scientometrics. 2010. Vol. 84, No. 2. P. 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
8. *Hassan-Montero Y., De-Moya-Anegón F., Guerrero-Bote V.P.* SCImago Graphica: a new tool for exploring and visually communicating data // Profesional de la información. 2022. Vol. 31, No. 5. P. e310502. <https://doi.org/10.3145/epi.2022.sep.02>
9. *Sayed E.T., Wilberforce T., Elsaid K. et al.* A critical review on environmental impacts of renewable energy systems and mitigation strategies: Wind, hydro, biomass and geothermal // Science of The Total Environment. 2021. Vol. 766. P. 144505. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144505>
10. *Murshed M.* An empirical analysis of the non-linear impacts of ICT-trade openness on renewable energy transition, energy efficiency, clean cooking fuel access and environmental

sustainability in South Asia // Environmental Science and Pollution Research. 2020. Vol. 27, No. 29. P. 36254–36281. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09497-3>

11. *Ingeborgrud L., Heidenreich S., Ryghaug M.* et al. Expanding the scope and implications of energy research: A guide to key themes and concepts from the Social Sciences and Humanities // Energy Research & Social Science. 2020. Vol. 63. P. 101398. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101398>

12. *Carley S., Konisky D.M.* The justice and equity implications of the clean energy transition // Nature Energy. 2020. Vol. 5, No. 8. P. 569–577. <https://doi.org/10.1038/s41560-020-0641-6>

13. *Yue M., Lambert H., Pahon E.* et al. Hydrogen energy systems: A critical review of technologies, applications, trends and challenges // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2021. Vol. 146. P. 111180. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111180>

14. *Shahbaz M., Wang J., Dong K., Zhao J.* The impact of digital economy on energy transition across the globe: The mediating role of government governance // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2022. Vol. 166. P. 112620. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112620>

15. *Papadis E., Tsatsaronis G.* Challenges in the decarbonization of the energy sector // Energy. 2020. Vol. 205. P. 118025. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118025>

### **Информация об авторе**

Борис Николаевич Чигарев – к.ф.-м.н., ведущий инженер по научно-технической информации, Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия; SPIN-код: 7610-8398, <https://orcid.org/0000-0001-9903-2800>; e-mail: bchigarev@ipng.ru

**Поступила в редакцию 24.01.2024**

**ENERGY RESOURCES OF THE EARTH'S CRUST: CHALLENGES OF THE MODERN ECONOMY**

Original article

<https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2024-15-1.art6>

**Identification of topical issues of the energy transition in publications of the scientific content aggregator Scilit.****Part 1. Keyword clustering**

B.N. Chigarev 

Oil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Abstract.** *Background.* Access of Russian researchers to Scopus and Web of Science is limited, so the use of open abstract databases becomes relevant. *Objective.* To reveal the topical issues of energy transition in publications presented in the free access scientific content aggregator Scilit. *Materials and methods.* The topics of publications were identified by clustering keywords using VOSviewer software. 9,988 bibliometric records of articles from 2019–2023 were used. *Results.* Current energy transition issues that merit further study are identified, including: the benefits of energy transition for energy systems, the importance of information and communication technologies, exploring the human and social dimensions, key challenges to a just transition, current issues in the hydrogen economy, the benefits of the digital economy and key challenges to the energy transition. *Conclusions.* Most publications are devoted to the Sustainable Development Goals “Affordable and Clean Energy” and “Climate Action”. Publications by the authors from European institutions and Chinese universities are the most widely presented. The journals that publish the main articles on energy transition presented in Scilit were identified. The proposed approach to identifying the topics of publications revealed the tasks for further, more detailed research.

**Keywords:** energy transition, relevant research topics, Scilit content aggregator, bibliometric analysis

**Funding:** the work was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (State Assignment No. 122022800270-0).

**For citation:** Chigarev B.N. Identification of topical issues of the energy transition in publications of the scientific content aggregator Scilit. Part 1. Keyword clustering. *Actual Problems of Oil and Gas.* 2024. Vol. 15, No. 1. P. 72–94. (In Russ.). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2024-15-1.art6>

---

 Boris N. Chigarev, e-mail: [bchigarev@ipng.ru](mailto:bchigarev@ipng.ru)

© Chigarev B.N., 2024



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

**Conflict of interests**

The author declares no conflict of interests.

**References**

1. Motlagh N.H., Mohammadrezaei M., Hunt J., Zakeri B. Internet of Things (IoT) and the energy sector. *Energies*. 2020. Vol. 13, No. 2. P. 494. <https://doi.org/10.3390/en13020494>
2. Zhukovskiy Yu.L., Batueva D.E., Buldysko A.D. et al. Fossil energy in the framework of sustainable development: Analysis of prospects and development of forecast scenarios. *Energies*. 2021. Vol. 14, No. 17. P. 5268. <https://doi.org/10.3390/en14175268>
3. Plewnia F. The energy system and the sharing economy: Interfaces and overlaps and what to learn from them. *Energies*. 2019. Vol. 12, No. 3. P. 339. <https://doi.org/10.3390/en12030339>
4. Popescu C., Hysa E., Kruja A., Mansi E. Social innovation, circularity and energy transition for environmental, social and governance (ESG) practices – A comprehensive review. *Energies*. 2022. Vol. 15, No. 23. P. 9028. <https://doi.org/10.3390/en15239028>
5. Weinand J.M. Reviewing municipal energy system planning in a bibliometric analysis: Evolution of the research field between 1991 and 2019. *Energies*. 2020. Vol. 13, No. 6. P. 1367. <https://doi.org/10.3390/en13061367>
6. Zhang W., Li B., Xue R. et al. A systematic bibliometric review of clean energy transition: Implications for low-carbon development. *PLoS ONE*. 2021. Vol. 16, No. 12. P. e0261091. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261091>
7. van Eck N.J., Waltman L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*. 2010. Vol. 84, No. 2. P. 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
8. Hassan-Montero Y., De-Moya-Anegón F., Guerrero-Bote V.P. SCImago Graphica: a new tool for exploring and visually communicating data. *Profesional de la información*. 2022. Vol. 31, No. 5. P. e310502. <https://doi.org/10.3145/epi.2022.sep.02>
9. Sayed E.T., Wilberforce T., Elsaied K. et al. A critical review on environmental impacts of renewable energy systems and mitigation strategies: Wind, hydro, biomass and geothermal. *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 766. P. 144505. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144505>
10. Murshed M. An empirical analysis of the non-linear impacts of ICT-trade openness on renewable energy transition, energy efficiency, clean cooking fuel access and environmental sustainability in South Asia. *Environmental Science and Pollution Research*. 2020. Vol. 27, No. 29. P. 36254–36281. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09497-3>
11. Ingeborgrud L., Heidenreich S., Ryghaug M. et al. Expanding the scope and implications of energy research: A guide to key themes and concepts from the Social Sciences and Humanities. *Energy Research & Social Science*. 2020. Vol. 63. P. 101398. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101398>
12. Carley S., Konisky D.M. The justice and equity implications of the clean energy transition. *Nature Energy*. 2020. Vol. 5, No. 8. P. 569–577. <https://doi.org/10.1038/s41560-020-0641-6>
13. Yue M., Lambert H., Pahon E. et al. Hydrogen energy systems: A critical review of technologies, applications, trends and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2021. Vol. 146. P. 111180. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111180>

14. Shahbaz M., Wang J., Dong K., Zhao J. The impact of digital economy on energy transition across the globe: The mediating role of government governance. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2022. Vol. 166. P. 112620. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112620>

15. Papadis E., Tsatsaronis G. Challenges in the decarbonization of the energy sector. *Energy*. 2020. Vol. 205. P. 118025. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118025>

***Information about the author***

*Boris N. Chigarev* – Cand. Sci. (Phys.-Math.), Leading Engineer on Scientific and Technical Information, Oil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-9903-2800>; e-mail: bchigarev@ipng.ru

**Received 24.01.2024**