

**/ . УПРАВЛЕНИЕ
РЕЗУЛЬТАТАМИ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

УДК 001.894:303.7

ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: СИСТЕМНЫЕ ЗАДАЧИ, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НАВИГАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

HYDROGEN ENERGY: SYSTEM TASKS, NEW TECHNOLOGIES FOR STRATEGIC DECISION NAVIGATION

НЕРЕТИН

Олег Петрович,

доктор экономических наук, директор
Федерального института промышленной
собственности

Oleg Neretin,

Doctor of Economics, Director of the
Federal Institute of Industrial Property

Аннотация: В статье представлены результаты исследования технологий получения водорода и сопутствующей утилизации CO/CO₂ на основе анализа патентной и непатентной информации. Сформирована матрица распределения патентов по видам водорода. Рассмотрены тренды патентования. Применяется условная цветовая индикация водорода в зависимости от способа его производства и выделяемого при этом углеродного следа. Проработка предметной области выполнялась с применением инструментов Big Data и профессиональных систем патентной аналитики. Актуальность тематики обусловлена необходимостью создания эффективных механизмов экспертно-аналитической поддержки реализации Концепции развития водородной энергетики Российской Федерации.

Статья подготовлена
в рамках НИР ФИПС
«Исследование технологий
получения водорода
и сопутствующей утилизации
CO/CO₂ на основе анализа
патентной и непатентной
информации»

Ключевые слова: чистая энергетика, получение водорода, водородная энергетика, патентный ландшафт, патентная аналитика, патентная разведка.

ABSTRACT: THE ARTICLE PRESENTS THE RESULTS OF A STUDY OF HYDROGEN PRODUCTION TECHNOLOGIES AND ASSOCIATED CO/CO₂ UTILIZATION BASED ON THE ANALYSIS OF PATENT AND NON-PATENT INFORMATION. A MATRIX FOR THE DISTRIBUTION OF PATENTS BY TYPES OF HYDROGEN HAS BEEN FORMED. PATENTING TRENDS ARE CONSIDERED. A CONDITIONAL COLOR INDICATION OF HYDROGEN IS USED, DEPENDING ON THE METHOD OF ITS PRODUCTION AND THE CARBON FOOTPRINT RELEASED. THE STUDY OF THE SUBJECT AREA WAS CARRIED OUT USING BIG DATA TOOLS AND PROFESSIONAL PATENT ANALYTICS SYSTEMS. THE RELEVANCE OF THE TOPIC IS DUE TO THE NEED TO CREATE EFFECTIVE MECHANISMS FOR EXPERT AND ANALYTICAL SUPPORT FOR THE IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT FOR THE DEVELOPMENT OF HYDROGEN ENERGY IN THE RUSSIAN FEDERATION.

Keywords: *clean energy, hydrogen production, hydrogen energy, patent landscape, patent analytics, patent intelligence*

В настоящее время климатическая повестка становится значимым фактором изменений в мировой экономике и энергетике.

Производство водорода, в том числе максимально экологичное производство, – важная научно-техническая задача и с точки зрения мировой науки и производства, и с точки зрения приоритетов Российской Федерации в области развития энергетике.

5 августа 2021 года правительство Российской Федерации утвердило государственную Концепцию развития водородной энергетики. Концепция определяет цели, задачи, стратегические инициативы и ключевые меры по развитию водородной энергетики в Российской Федерации на среднесрочный период до 2024 года, долгосрочный период до 2035 года, а также основные ориентиры на перспективу до 2050 года [5].

Дорожная карта развития водородной энергетики Евросоюза определяет планы и сценарии 28 стран – членов Евросоюза по радикальной трансформации процессов генерации, распределения, хранения и потребления энергии. Такая трансформация призвана обеспечить глубокую декарбонизацию европейского транспорта, отраслей производства и сферы потребления. В соответствии с дорожной картой страны Евросоюза должны использовать все возможности для ограничения к 2050 году ежегодных выбросов CO₂, связанных с энергетикой, до уровня менее 770 мегатонн. Главным драйвером достижения цели Евросоюз определяет водородную энергетику [2].

В США развитие технологий получения водорода определено драйвером устойчивого и долгосрочного экономического роста. Развитие водородной энергетики призвано поддержать возрождение (renaissance) производства США. Департаментом энергетики США разработана государственная водородная программа, интегрирующая исследования, разработки и смежные активности в области производства, транспортировки, хранения и использования водорода в разных секторах экономики [3].

Обширные задачи в отношении развития водородной энергетики поставлены в плане 14-й пятилетки Китая. План раскрывает особенности и заявленные цели экономическо-

го развития КНР в период с 2021 по 2025 год. В качестве одной из основных целей является развитие водородной энергетики в стране и осуществление планов по достижению углеродной нейтральности в будущем [3].

Большинство стран мира также разрабатывают стратегии и дорожные карты развития водородной энергетики. Так, например, в дорожной карте Австралии технологии получения и потребления водорода названы определяющими при формировании технологических преимуществ государства и установлении прочных каналов вывода продукции на ключевые зарубежные рынки [4].

Основными возможностями для Российской Федерации, связанными с перспективным развитием водородной энергетики, являются:

- а. диверсификация экспортных поставок энергоносителей и увеличение добавленной стоимости экспортируемых энергоресурсов, а также сохранение спроса на экспортируемый природный газ путем развития технологий и проектов низкоуглеродного производства водорода из российского природного газа в максимальной близости к конечным потребителям за рубежом;
- б. снижение углеродоемкости промышленной продукции, экспортируемой из Российской Федерации в страны, где в перспективе возможно введение государственных механизмов трансграничного углеродного регулирования;
- в. достижение нового технологического уровня производственной базы топливно-энергетического ком-

**ВОСТРЕБОВАНО РАЗВИТИЕ
ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБЛАСТИ
ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ И ДАЛЬНЕЙШИМ
ПЕРЕХОДОМ К ЭКСПОРТУ ТЕХНОЛОГИЙ
ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ
НА ЗАРУБЕЖНЫЕ РЫНКИ.**

плекса Российской Федерации с обеспечением его конкурентоспособности и устойчивости в долгосрочной перспективе;

- г. развитие отечественных технологических компетенций в области водородной энергетики с обеспечением импортозамещения и дальнейшим переходом к экспорту технологий и промышленной продукции на зарубежные рынки;
- д. снижение негативного воздействия на окружающую среду вследствие применения новых энергоносителей, наилучших доступных технологий и расширения использования возобновляемых источников энергии, атомных электростанций и других источников энергии с низким уровнем выбросов углекислого газа;
- е. развитие изолированных регионов и систем энергоснабжения, а также снижение зависимости от северного завоза;
- ж. увеличение занятости населения, создание высокотехнологичных рабочих мест, развитие науки и образования;
- з. создание дополнительных возможностей развития отечественной энергетики с низким уровнем выбросов углекислого газа [1; 6].

Средне- и долгосрочное планирование при реализации задач и стратегических инициатив в области водородной энергетики в России и за рубежом требуют всесторонней экспертно-аналитической поддержки, характеризующейся высоким уровнем объективности и полноты сведений, необходимых для принятия стратегических решений и формирования программ высокотехнологичных проектов.

СОДЕРЖАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ АНАЛИЗА ПАТЕНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Патентная информация широко используется как для анализа технологических трендов, так и для патентных исследований при патентовании изобретения. В первом случае создаются патентные ландшафты, которые показывают тенденции развития области техники [7; 8]. Так, анализ патентной информации обеспечивает сбор и систематизацию сведений с высоким уровнем объективности о современном состоянии технологий получения и применения водорода для разных секторов экономики [9].

ОСНОВНЫЕ

1. Используемое сырье (8)

- 1.1. Вода
- 1.2. Ископаемое топливо
- 1.3. Органическое сырье

2. Используемая энергия (10)

- 2.1. Тип воздействия
- 2.2. Источники энергии

3. Процессы получения водорода (15)

- 3.1. Электролиз
- 3.2. Процессы преобразования метана
- 3.3. Газификация твердого ископаемого топлива
- 3.4. Ферментация биомассы и органических отходов
- 3.5. Фотокаталитическое разложение воды

ОБЩИЙ ОХВАТ ДАННЫХ СОСТАВИЛ БОЛЕЕ 5 ТЫСЯЧ ПАТЕНТНЫХ СЕМЕЙСТВ.

Анализ и систематизация источников патентных данных базируются на следующих принципах:

- актуальность – все патентные документы, входящие в состав генерализованной и уточняющих коллекций, должны представлять наиболее актуальные данные. В том числе все метаданные, описывающие коллекции и отдельные документы, должны учитывать изменения нормативной базы в сфере интеллектуальной собственности;
- полнота охвата – метаданные, описывающие коллекции и отдельные документы, должны обеспечивать необходимую фактуру и формирование аналитических срезов данных для построения всех аналитических представлений, определенных техническими требованиями, а также выполнения промежуточных видов анализа патентных данных;
- идентичность – данный принцип обеспечивает единообразную структуру оценки патентных документов различных юрисдикций для устранения разночтений в анализируемом массиве патентных документов.

В 2022 году Всемирная организация интеллектуальной собственности разработала патентный ландшафт «Водородные батареи в транспорте», содержащий высокоуровневый анализ современных тенденций практического применения водородных источников питания [10].

Осознавая ценность анализа патентной информации для формирования государственных и корпоративных программ научно-технологического развития, многие патентные ведомства мира также проводят анализ патентной информации в области водородной энергетики.

МОДЕЛЬ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Целями данной работы являлись исследование, систематизация и обобщение современных технологий получения водорода и сопутствующей утилизации CO/CO₂ на основе анализа патентной информации и научных публикаций.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ

4. Транспорт и хранение водорода (11)

- 4.1. В сжатом состоянии
- 4.2. В жидком состоянии
- 4.3. На химических носителях

5. Использование водорода (14)

- 5.1. Топливные элементы
- 5.2. Использование в двигателях

6. Утилизация CO/CO₂ (25)

- 6.1. Выделение и утилизация CO (из синтез-газа)
- 6.2. Выделение и концентрация CO₂
- 6.3. Хранение CO₂
- 6.4. Переработка CO₂

Рисунок 1. Модель предметной области для многоаспектного анализа технологий производства разных видов водорода

Структура метаданных для сбора и анализа коллекции патентных документов представлена тремя группами: метаданные для патентных коллекций в целом; метаданные для отдельных патентных документов; метаданные для отдельных аналитических приложений. Общий охват данных составил более 5 тысяч патентных семейств.

В качестве информационной основы и базы для формирования набора показателей при исследовании трендов патентования использовались разнообразные атрибуты патентных документов, характеризующие даты ключевых событий, связанных с жизненным циклом патентования.

Широко используемая в настоящее время классификация водорода обусловлена методами его производства. Она предусматривает присвоение водороду цветового кода в зависимости от метода его производства и источника [11]. Например, розовый водород – это водород, получаемый с использованием электролиза и электроэнергии, полученной из ядерных источников (АЭС). Голубой водород – из природного газа. При его производстве побочный углекислый газ (CO₂) улавливается и хранится в специальных хранилищах (Carbon capture, use, and storage; CCS/CCUS). Подробное внимание процессам получения водорода уделено в целом ряде публикаций [12; 13; 14].

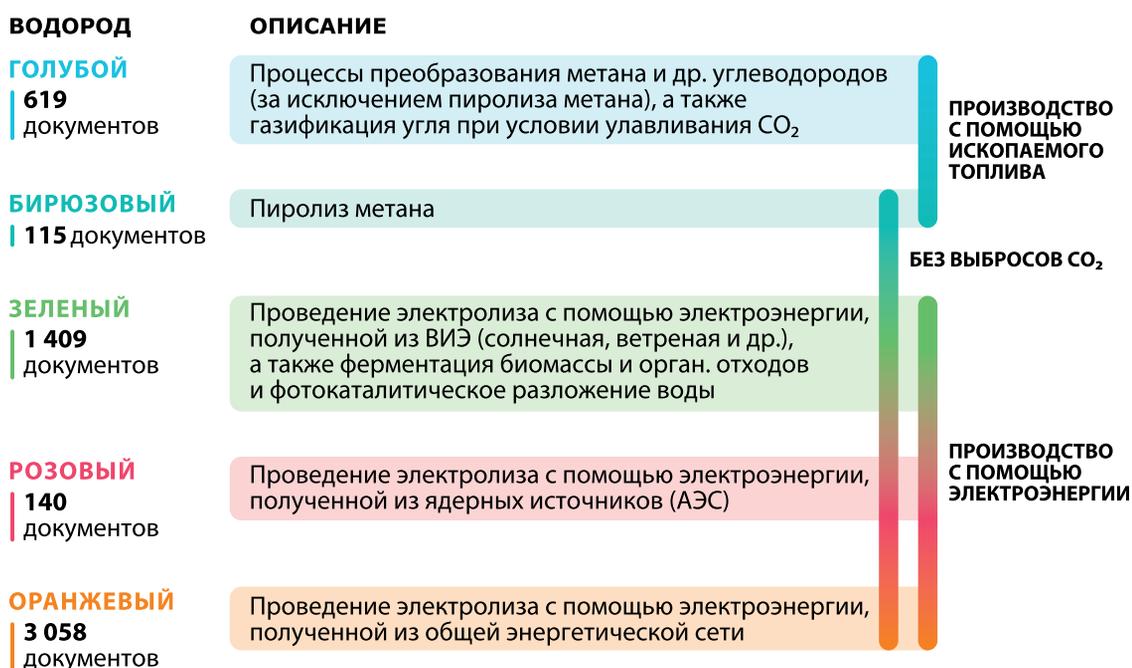


Рисунок 2. Соотнесение запатентованных технических решений с принятой классификацией водорода



Рисунок 3. Матрица распределения патентов по видам водорода

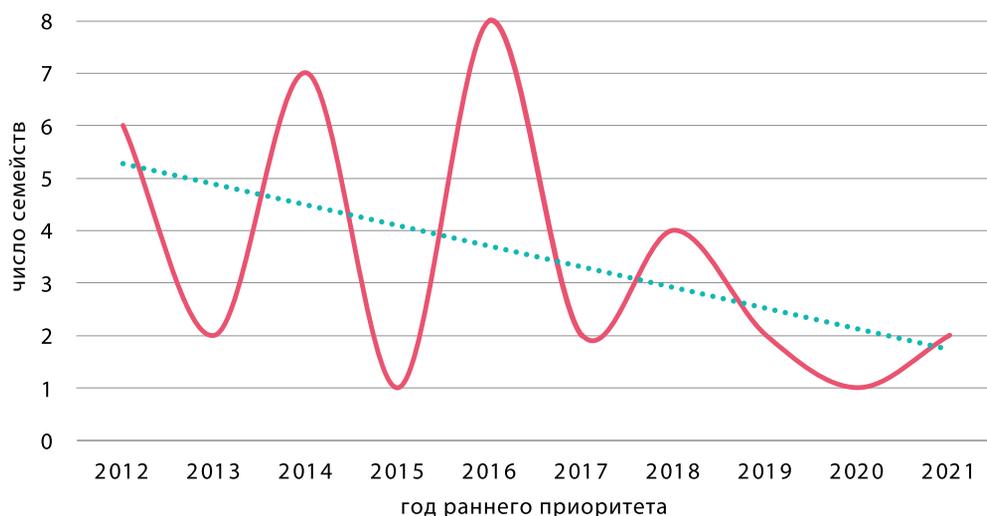


Рисунок 4. Динамика изобретательской активности российских разработчиков

В результате экспертных оценок выделено пять основных видов получаемого водорода, дифференцированных по цветам: зеленый, розовый, оранжевый, голубой и бирюзовый. Выделено 83 технологических направления по шести основаниям модели предметной области (рисунок 1). Далее в ходе исследования произведено сопоставление патентного семейства и элемента модели предметной области – каждого из 83 технологических направлений.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ТРЕНДОВ

Соотнесение запатентованных технических решений с принятой классификацией видов водорода изображено на рисунке 2.

На рисунке 3 наглядно просматриваются тенденции роста решений, связанных с зеленым и оранжевым водородом, в последние три года, а также общий рост патентования решений, связанных с направлениями без выбросов CO₂.

Отдельное развитие электролиза на ядерной энергетике – розовый водород преимущественно связан с деятельностью китайских исследовательских организаций. Патенты в этой области отличаются наибольшим уровнем генерализации.

Анализ патентных документов позволяет утверждать, что в последние годы именно исследовательские организации, университеты и компании Китая являются основным

драйвером развития технологий производства низкоуглеродного водорода, большая часть из них – университеты и научно-исследовательские организации. Европейские и американские компании преимущественно патентуют решения на локальных рынках, без привычного для них широкого территориального охвата.

Динамика патентования на территории Российской Федерации имеет колеблющийся характер. Рост и падение изобретательской активности являются спорадическими. На рисунке 4 видны чередования спада и роста активности, что свидетельствует о непостоянном интересе разработчиков технологий к патентованию в предметной области.

Всего в исследуемой коллекции выявлено 34 патентных семейства, в составе которых заявки на изобретения поданы в российское патентное ведомство в качестве юрисдикции первого приоритета. Всего среди данных патентных семейств присутствует также десять разработок от физических лиц и одно относящееся к зарубежному патентообладателю – компании Galadigma LLC из США.

Следует также отметить специфику анализа российского сегмента патентования, для которой необходимо учитывать патентные документы Евразийского патентного ведомства, также действующие на территории Российской Федерации. В коллекции выявлено два евразийских документа, принадлежащих физическим лицам – заявителям из Беларуси и России.

Если рассматривать Россию как ведомство второй подачи, общее число разработок составит 76 патентных семейств. Большую часть из них составляют разработки иностранных компаний, но при этом на их долю приходится всего чуть более половины патентной коллекции (55%), поэтому нельзя говорить о перенасыщении рынка зарубежными патентообладателями.

В целом, учитывая достаточно низкую активность отечественных разработчиков технологий в исследуемой области и выявленные ранее сравнительно низкие темпы активности публикаций патентных документов иностранных компаний в отношении России, можно утверждать

В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ВЫДЕЛЕНО ПЯТЬ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ПОЛУЧАЕМОГО ВОДОРОДА, ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ПО ЦВЕТАМ: ЗЕЛЕНый, РОЗОВый, ОРАНЖЕВый, ГОЛУБОй И БИРЮЗОВый. Выделено 83 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЯ ПО ШЕСТИ ОСНОВАНИЯМ МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.

о достаточно низкой конкуренции патентования технологий производства водорода и сопутствующей утилизации CO/CO₂ на данный момент.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Тенденции роста патентования отражают общую международную повестку в области технологий генерации водорода и перехода на новую энергетику.

Наблюдается рост в отношении традиционных методов производства водорода на основе переработки ископаемого топлива (прежде всего метана).

Улавливание углекислого газа – драйвер сохранения интереса к процессам производства с переработкой ископаемого топлива.

Предметная область не монополизирована (всего ~10% семейств принадлежат топ-10 компаниям).

В ближайшие годы ожидается рост активности китайского сегмента патентования за счет деятельности крупных промышленных компаний Китая.

Наблюдаемый сильный контраст между территориальными стратегиями лидеров (узкая охрана), с одной стороны, и молодыми компаниями-стартапами и исследовательскими коллективами, с другой стороны, свидетельствует о хороших возможностях для поиска направлений кооперации российских разработчиков.

Полная версия отчета о патентном ландшафте «Получение водорода и сопутствующая утилизация CO/CO₂» готовится к публикации, будет размещена на русском и английском языках на сайтах ФИПС и ВОИС.

Список источников:

1. Hydrogen Roadmap Europe – A Sustainable Pathway For The European Energy Transition, Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking Report, 2019.
2. The US Department of Energy Hydrogen Program Plan, 2020.
3. China's 14th five-year plan – Jul. 2021.
4. Bruce S, Temminghoff M, Hayward J, Schmidt E, Munnings C, Palfreyman D, Hartley P, National Hydrogen Roadmap. CSIRO, Australia, 2018.
5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 октября 2020 г. № 2634-р «Об утверждении плана мероприятий «Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года».
6. Ена О.В, Попов Н.В. Методология разработки патентных ландшафтов Проектного Офиса ФИПС. Станкоинструмент. № 1 (14). 2019, с. 28–35.
7. Ена, О., 2021. «Domain-specific» patent analytics: Focus on company's technology priorities. World Patent Information, 65, p.11.
8. Ена В. О., Батанов Ф. А. Методы и модели мониторинга развития технологий получения водорода и сопутствующей декарбонизации на основе анализа сверхбольших патентных коллекций// Экономика. Право. Инновации. 2022. No 2. С. 36–47. <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2022-2-36-47>.
9. Patent Landscape Report – Hydrogen fuel cells in transportation, WIPO, 2022.
10. Всеобъемлющие и научно обоснованные терминология, классификация и таксономия водорода URL: https://unesc.org/sites/default/files/2022-08/ECE_ENERGY_2022_8r.pdf (дата обращения 11.07.2022).
11. Howarth, R. and Jacobson, M., 2021. How green is blue hydrogen?. Energy Science & Engineering, 9 (10), pp.1676–1687.
12. Newborough, M. and Cooley, G., 2020. Developments in the global hydrogen market: The spectrum of hydrogen colours. Fuel Cells Bulletin, 2020 (11), pp.16–22.
13. Shirizadeh, B. and Quirion, P., 2022. Long-Term Optimization of the Hydrogen-Electricity Nexus in France: Green, Blue, or Pink Hydrogen?. SSRN Electronic Journal. ★