

#### **4.3.7. КОНСОРЦИУМ «ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»**

***Участники консорциума:***

- инициатор, управляющий участник: Тольяттинский государственный университет;
- научный партнер: Крыловский научный центр;
- научно-образовательные организации: Уфимский государственный нефтяной технический университет, МИРЭА – Российский технологический университет;
- индустриальный партнер: ООО «Градиент Килби».

***Тип консорциума:***

продуктовый (инновационно-внедренческий) / научный.

***Создан:***

21.07.2021, без образования юридического лица.

## ***1. Проблема, на решение которой направлено создание консорциума***

Водородные технологии лежат в основе создания безуглеродной экономики, программы развития которой приняты в США, странах Европейского союза, Китае, Японии. В Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года стоит задача «развитие производства и потребления водорода, вхождение Российской Федерации в число мировых лидеров по его производству и экспорту». В России пока нет реализованной технологии долгосрочного безопасного хранения водорода, нет автономной системы (комплекса), которая бы позволяла обеспечивать автономные территории и обособленные поселки, а также Северный морской путь энергоресурсами (электричеством и теплом).

Наиболее перспективной технологией хранения водорода на сегодня является технология ЛОНС (liquid organic hydrogen carriers – жидкие органические носители водорода). Однако эта технология не имеет самостоятельного значения и должна сопровождаться целым комплексом сопутствующих разработок: новые материалы, топливные элементы, электролизёры и системы управления всем комплексом получения, долгосрочного хранения, обратного выделения из жидкого носителя и преобразования водорода в энергию.

Создание комплексных систем и адаптация лабораторных технологий под конкретные производственные решения является сегодня приоритетной задачей, решение которой позволит создать энергетические установки различной мощности и условий эксплуатации для обеспечения автономного энергопотребления и электрификации труднодоступных местностей.

Решение данной проблемы соответствует двум направлениям СНТР РФ:

– Н1. Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта;

– Н2. Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, [...] формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии.

## ***2. Основная идея создания / направления деятельности консорциума***

Для преодоления технологических барьеров необходимо выстроить полную технологическую цепочку от получения водорода до его использования. Ключевым в цепочке станет использование жидких органических носителей водорода – это комплексная технология, включающая процессы получения, хранения, транспортировки, выработки и преобразования энергии, в основе которой лежат каталитические реакции гидрирования и дегидрирования органических субстратов. Кроме того, ЛОНС включает вопросы обеспечения надежности и безопасности систем хранения и транспортировки водорода, что предполагает наличие компетенций в различных областях материаловедения.

### ***Цель формирования консорциума***

Ускорение вывода на рынок инновационных продуктов на базе водородных технологий, в частности установок генерации водорода, а также технологий и оборудования для хранения и использования водорода для распределённой и автономной энергетике.

### Оценка рынка

Развитие рынка водородных технологий является общемировым трендом. По прогнозам, он будет увеличиваться в 3–5 раз каждые пять лет, а к 2035 году может превысить 70 млрд долларов. Согласно докладу Bloomberg «Перспективы водородной экономики», к 2050 году 24 % мировых потребностей в энергии будет покрывать водород, а его цена снизится до уровня сегодняшних цен на газ.

По оценке ПАО «Газпром», общая потребность в водороде после 2050 года в основных отраслях, таких как транспорт, энергетика, химическая промышленность, может составить более 1 млрд м<sup>3</sup> в год. При наиболее благоприятном сценарии развития, отмечают эксперты Bloomberg, в ближайшие 30 лет отрасль привлечет около 11 трлн долларов инвестиций, а ежегодные продажи водородного топлива по всему миру достигнут 700 млрд долларов.

### Проекты консорциума

Флагманский проект консорциума – проект создания технологии LОНС, включающий в себя подбор жидкого органического носителя водорода, разработку катализаторов и реакторов для перевода водорода в жидкость и обратно, систему очистки водорода.

Приоритет СНТР РФ: «переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, [...] формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии» (п. 20, б)											
Направления ТГУ: Системы альтернативной энергетики (в том числе системы генерации и хранения энергии в аккумуляторах водорода); двигатели на метановом топливе; автономные интеллектуальные транспортные системы, комплексные энергосберегающие интеллектуальные системы											
Проект «Современные системы, компоненты и технологии для долгосрочного хранения водорода»											
Тип готовности*	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
TRL	2	3	4	5	6	7	Продажа лицензий и документации				
ERL	2	2	3	4	5	6					
MRL	1	2	2	3	3	5					
ORL	2	2	2	3	4	5					
BRL	1	4	4	4	4	5					
CRL	1	3	3	3	4	5					
Поддерживаемые и поставленные на баланс ТГУ объекты интеллектуальной собственности (ОИС) – патенты, свидетельства на ПО, товарные знаки, ноу-хау											
год	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
кол-во	0	1	1	2	4	5	5	5	5	5	5
* TRL – технологическая готовность, ERL – инженерная готовность, MRL – производственная готовность, ORL – операционная готовность, BRL – преимущества и риски, CRL – рыночная готовность и коммерциализация											

Разработанная технология и оборудование будут положены в основу конечного продукта: **системы долгосрочного хранения водорода**, включающей топливные элементы, электролизёр, накопитель электрической энергии и систему управления всем комплексом, в том числе элементы возобновляемой альтернативной энергетики (ветрогенераторы, солнечные панели, тепловые насосы и др.).

### ***3. Научно-технический задел и роль инициатора / предпосылки создания консорциума***

ТГУ с конца 1990-х годов занимается вопросами применения водорода в силовых установках различного назначения. В частности, ТГУ принимал непосредственное участие в разработке и испытаниях автомобиля, использующего в качестве топлива водород и композитное топливо на его основе, в рамках программы «Антей». Работы выполнялись совместно с АО «АВТОВАЗ», ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ», Институтом катализа СО РАН и др. Получено 5 грантов РФФИ и 5 патентов на изобретения и полезную модель. В исследованиях задействовано 8 сотрудников (2 доктора наук и 6 кандидатов наук), опубликовано более 20 статей в журналах, включенных в Web of Science и Scopus. Кроме того, в ТГУ действует Лаборатория изучения водородной хрупкости в сталях, магниевых и титановых сплавах. За последние десять лет опубликовано 25 статей WoS и Scopus (9 – в журналах Q1), выиграно 5 грантов (3 – РФФИ, 2 – РНФ) и получено 4 патента, защищено 3 кандидатских диссертации. Общий объем финансирования составил 37 млн рублей. Также ТГУ много лет занимается вопросами разработки систем автоматизации различных технологических процессов, в том числе и химических.

ТГУ осуществляет в консорциуме координацию работ по реализации всего проекта в целом, разрабатывает систему управления всем комплексом, включая элементы альтернативной энергетики, решает вопросы по подбору и испытаниям применяемых материалов и защитных покрытий.

### ***4. Объем финансирования работ на дату создания консорциума***

По данной тематике ТГУ выполнил НИР на сумму более 50 млн рублей (грантовые и хоздоговорные средства).

### ***5. Оценка недостающих ресурсов у инициатора***

Для достижения поставленной цели и реализации обозначенных проектов у инициатора создания консорциума не хватает:

- опыта и материальной-технической базы для разработки технологии ЛОНС;
- опыта создания электролизёров.

### ***6. Участники консорциума с точки зрения компенсации недостатков ресурсов***

Крыловский государственный научный центр ([krylov-centre.ru](http://krylov-centre.ru)) обладает обширным опытом создания инновационных электроэнергетических систем генерирования, накопления и распределения электроэнергии энергетических установок на базе топливных элементов. **Роль в проекте:** разработка и изготовление топливных элементов для системы долгосрочного хранения водорода.

МИРЭА – Российский технологический университет (<https://www.mirea.ru>) – признанный лидер в сфере разработки технологий хранения водорода, в том числе на

жидких органических носителях. **Роль в проекте:** разработка технологии хранения водорода с помощью жидких органических носителей (ЛОНС).

Уфимский государственный нефтяной технический университет (<https://rusoil.net>) – признанный лидер по разработке технологий, оборудования и материалов для строительства и эксплуатации объектов транспорта и хранения метано-водородной смеси и подземного хранения водорода. **Роль в проекте:** подбор материалов и разработка конструкции емкости для хранения водорода.

ООО «Градиент Килби» ([www.gradientkilby.ru](http://www.gradientkilby.ru)) является одним из лидеров в области внедрения альтернативной источников энергии в Российской Федерации. Построенное им в Тольятти в качестве шоурума офисное здание Института гибридной энергетики полностью работает на солнечной энергии и энергии земли. Интеграция в систему жизнеобеспечения офиса накопителя на водороде позволит создать первый в РФ шоурум для демонстрации возможностей альтернативной энергетики. ООО «Градиент Килби» выступает индустриальным партнером. **Роль в проекте:** предоставление готовой инфраструктуры, софинансирование проекта. Готов выводить на рынок результаты научных разработок и технологических решений.

#### ***7. Требуемые инвестиции (срок начала/окончания возврата)***

Необходимые инвестиции: 2021–2023 гг. – 200 млн рублей, в том числе 120 млн рублей на технологическое оборудование и комплектующие; 2024–2026 гг. – 150 млн рублей, в том числе 70 млн рублей на технологическое оборудование и комплектующие.

ИТОГО необходимые инвестиции: 350 млн рублей.

Начало возврата инвестиций – 2026 г., окончание – 2035 г.

#### ***Сроки вывода продукции на рынок, масштабирования на рынке***

Планируемое начало выхода на рынок – 2026 г. Планируемый совокупный объем продаж (конструкторско-технологической документации и лицензий): в 2026–2028 гг. – 120 млн рублей, в 2029–2035 гг. – 1 млрд рублей.