

Форма «Т». Титульный лист заявки в Российский научный фонд
Конкурс 2023 года «Проведение фундаментальных научных исследований и
поисковых научных исследований международными научными коллективами»
(DST)

Название проекта <i>RSF-DST: Разработка процессов концентрирования и утилизации углекислого газа физико-химическими, фотокаталитическим и электрохимическим методами из дымовых выбросов энергетических установок с получением ценных химических соединений и топлив</i>	Номер проекта	24-49-02026 
	Код типа проекта: MHK-DST (2023)	
	Отрасль знания: 09	
	Основной код классификатора: 09-401 Дополнительные коды классификатора: 09-406 09-304	
	Код ГРНТИ 44.01.91	
Фамилия, имя, отчество (при наличии) руководителя проекта: Чичиров Андрей Александрович	Контактные телефон и e-mail руководителя проекта: +79033051716, pinpin3@yandex.ru	
Фамилия, имя, отчество (при наличии) руководителя зарубежного научного коллектива: Лахера Сандип Кумар	e-mail руководителя зарубежного научного коллектива: space1lakhera@gmail.com sklakhera@srmist.edu.in	
Полное и сокращенное наименование организации, через которую должно осуществляться финансирование проекта: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный энергетический университет" ФГБОУ ВО "КГЭУ"		
Полное и сокращенное наименование зарубежной организации: SRM Institute of Science and Technology SRMIST		
Объем финансирования проекта в 2024 г. 7000 тыс. руб.	Год начала проекта: 2024	Год окончания проекта: 2026
Фамилии, имена, отчества (при наличии) основных исполнителей научного коллектива (полностью)	Филимонова Антонина Андреевна Чичирова Наталия Дмитриевна <i>(руководитель проекта в данной графе не указывается)</i>	
Гарантирую, что при подготовке заявки не были нарушены авторские и иные права третьих лиц и/или имеется согласие правообладателей на представление в Фонд материалов и их использование Фондом для проведения экспертизы и для обнародования (в виде аннотаций заявок).		
Подпись руководителя проекта _____/А.А. Чичиров/		Дата регистрации заявки 14.06.2023 г.
Подпись руководителя организации* <i>* Либо уполномоченного представителя, действующего на основании доверенности или распорядительного документа. В случае подписания формы уполномоченным представителем организации (в т.ч. - руководителем филиала) к печатному экземпляру заявки прилагается копия распорядительного документа или доверенности, заверенная печатью организации. Непредставление копии</i>		

распорядительного документа или доверенности в случае подписания формы уполномоченным представителем организации, а также отсутствие расшифровки подписи, является основанием недопуска заявки к конкурсу.

_____ / _____ /

Печать (при наличии) организации

Форма 1. Сведения о проекте

1.1. Название проекта

на русском языке

Разработка процессов концентрирования и утилизации углекислого газа физико-химическими, фотокаталитическим и электрохимическим методами из дымовых выбросов энергетических установок с получением ценных химических соединений и топлив

на английском языке

Development of processes for the carbon dioxide concentration and utilization by physicochemical, photocatalytic and electrochemical methods from flue gases of thermal power plants to obtain valuable chemical compounds and fuels

1.2. Приоритетное направление развития науки, технологий и техники в Российской Федерации, критическая технология

Указывается согласно перечню (Указ Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 года №899) в случае, если тематика проекта может быть отнесена к одному из приоритетных направлений, а также может внести вклад в развитие критических технологий Российской Федерации.

8. Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика.

19. Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения.

1.3. Направление из Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации») (при возможности отнесения)

H2 Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии

1.4. Научный приоритет:

Чистая энергетика (Clean energy)

1.5. Ключевые слова (приводится не более 15 терминов)

на русском языке

углекислый газ, декарбонизация промышленности, фотокатализ, электролиз

на английском языке

Carbon dioxide, industrial decarbonization, photocatalysis, electrolysis

1.6. Аннотация проекта (объемом не более 2 стр.; в том числе кратко – актуальность решения указанной выше научной проблемы и научная новизна)

Данная информация может быть опубликована на сайте Фонда в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

на русском языке

В настоящее время в мире происходит пересмотр структуры спроса на энергоресурсы со смещением акцента на использование альтернативной энергии и развитием безуглеродной экономики, что требует формирования новой энергетической системы, основанной на новейших достижениях науки, техники и технологий. Затраты на улавливание углерода могут составлять до 35% от эффективности производства электроэнергии. В этой связи актуальным является разработка новых стратегий улавливания CO₂ с последующей утилизацией для снижения экономических затрат и с более высокой эффективностью выработки электроэнергии. Снизить негативное воздействие выбросов CO₂ можно с помощью разработки и внедрения технологий улавливания и хранения углерода (CCS), улавливания и использования углерода (CCU).

Процессы переработки углекислого газа требуют его предварительного разделения и концентрирования из дымовых выбросов энергетически установок. Разделение и концентрирование CO₂ возможно осуществлять методом абсорбции растворами абсорбентов с последующим смещением химического равновесия в сторону выхода целевого продукта по принципу Ле-Шателье на основе законов физической химии. Образовавшийся чистый углекислый газ предлагается

перерабатывать электрохимическими и фотокаталитическими методами.

Фотокаталитические методы – это самые современные и универсальные методы, основанные на явлении фотокатализа. Процесс переработки углекислого газа под действием солнечного света в присутствии фотокатализатора решает сразу как экологическую проблему, так и энергетическую, т.к. продуктом реакции является метан - высокоэнергетическое топливо.

Электрохимическое восстановление обеспечивает превращение CO₂ в более восстановленные химические соединения такие как метанол, муравьиная кислота, монооксид углерода, метан с использованием электрической энергии и катализаторов и считается одним из наиболее перспективных способов CCU.

Проект направлен на проведение теоретических и экспериментальных исследований в области декарбонизации энергопроизводства, утилизации углекислого газа и получения топлива из газовых отходов энергоустановок.

Научная новизна исследования состоит в создании научно-обоснованной системы декарбонизации газовых отходов промышленных предприятий с использованием высокотехнологичных фотокаталитических и электрохимических методов переработки и утилизации углекислого газа с получением ценных химических соединений и топлив.

Наиболее важной проблемой, на решение которой направлен проект, является подбор оптимальных условий для эффективного по соотношению затрат энергии и по целевому выходу продуктов уровня производства углеводородов (CO, метана и метанола) в процессах фотокаталитической и электрохимической переработки углекислого газа для осуществления перехода технологий с лабораторного на промышленный уровень.

на английском языке

Currently, there is a global shift in the demand for energy resources, with a growing emphasis on alternative energy and the development of a carbon-free economy. This shift necessitates the establishment of a new energy system that incorporates the latest advancements in science, engineering, and technology. The cost associated with carbon capture can significantly impact electricity generation efficiency, accounting for up to 35% of the overall costs. Consequently, there is an urgent need to develop new methods of capturing and disposing of CO₂ to reduce economic burdens and enhance the efficiency of electricity generation. To mitigate the adverse effects of CO₂ emissions, the implementation of carbon capture and storage (CCS) and carbon capture and utilization (CCU) technologies is crucial. The process of capturing and utilizing carbon dioxide involves the initial separation and concentration of CO₂ from the flue gases emitted by thermal power plants. This separation and concentration can be achieved through absorption using absorbent solutions, followed by a shift in the chemical equilibrium to facilitate the release of the desired product, in accordance with the principles of physical chemistry. The resulting purified carbon dioxide can then undergo processing using electrochemical and photocatalytic methods. Among these methods, electrochemical reduction is considered one of the most promising approaches for CCU. It converts CO₂ into more reduced chemical compounds, such as formic acid, carbon monoxide, and methane, utilizing electrical energy and catalysts. Another advanced and intricate technique is based on photocatalysis, which involves subjecting carbon dioxide to solar radiation in the presence of a photocatalyst. This process addresses both environmental and energy concerns, resulting in the production of methane, a high-energy fuel. This project aims to conduct theoretical and experimental research in the field of energy production decarbonization, carbon dioxide utilization, and the extraction of fuel from waste gases emitted by thermal power plants. The scientific novelty of this study lies in the development of a scientifically grounded system for the decarbonization of gaseous waste from industrial enterprises. It utilizes state-of-the-art photocatalytic and electrochemical methods to process and utilize carbon dioxide, yielding valuable chemical compounds and fuels. The primary objective of this project is to determine the optimal conditions for achieving an effective level of hydrocarbon production, including CO, methane, and methanol. This determination will consider the trade-off between energy costs and the desired product yield in the processes of photocatalytic and electrochemical carbon dioxide processing. Ultimately, the goal is to scale up these technologies from the laboratory to an industrial setting.

1.7. Ожидаемые результаты и их значимость (указываются результаты, их научная и общественная значимость (соответствие предполагаемых результатов мировому уровню исследований, возможность практического использования ожидаемых результатов проекта в экономике и социальной сфере, в том числе для создания новой или усовершенствования производимой продукции (товаров, работ, услуг), создания новых или усовершенствования применяемых технологий))

Данная информация может быть опубликована на сайте Фонда в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

на русском языке

1. Разработанные способы сорбции, концентрирования и десорбции углекислого газа из дымовых выбросов энергетических установок на основе щелочных агентов (твердые сорбенты из соединений металлов, щелочи, жидкие, твердые карбонаты). Данные способы позволят обеспечить практическое решение проблемы улавливания и отделения

CO₂ из уходящих газов с последующей утилизацией;

2. Математическая модель и результаты расчетов основных рабочих параметров, условий эксплуатации, изменений в работе высокотемпературной электролизной установки при электрохимической конверсии CO₂ в зависимости от влияния различных факторов и обеспечением стабильной эффективности производительности за счет исключения спрогнозированных нежелательных детерминант.
3. Разработанный и изготовленный лабораторный стенд для моделирования и экспериментальной отработки процесса сорбции, концентрирования и конверсии углекислого газа.
4. Результаты теоретических и экспериментальных исследований массообменных и электрохимических процессов в высокотемпературной электролизной ячейке при конверсии CO₂, с моделированием входных параметров процесса (температура, состав сопутствующих газов, напряжение, сила тока, геометрическая структура и пористость электродов и др.).
5. Новые материалы на основе металл-органических каркасных структур (MOF) для фотокаталитической и электрокаталитической конверсии CO₂.
6. Разработанные и созданные фотокаталитические и электрокаталитические системы для промышленной конверсии CO₂.
7. Комплексная энергоэффективная экологичная технология сбора, концентрирования и утилизации углекислого газа электрохимическими и фотокаталитическими методами с получением углеводородов для последующего их использования в технологическом цикле энергоустановок (газовая турбина, топливный элемент и др.).

Обозначенные ожидаемые результаты будут являться решением наиболее актуальных на сегодняшний день экологических проблем, поставленных перед человечеством, связанных с переработкой и утилизацией отходов индустриально-энергетического комплекса. Получение результаты позволят создать инновационные решения для сокращения выбросов парниковых газов, развития безуглеродных и экологически безопасных энергетических систем.

на английском языке

1. Developed methods for sorption, concentration and desorption of carbon dioxide from flue emissions of power plants based on alkaline agents (solid sorbents from metal compounds, alkali, liquid, solid carbonates). These methods will provide a practical solution to the problem of capturing and separating CO₂ from exhaust gases with subsequent disposal;
2. Mathematical model and calculation results of the main operating parameters, operating conditions, changes in the operation of a high-temperature electrolysis plant during the electrochemical conversion of CO₂, depending on the influence of various factors and ensuring stable performance efficiency by eliminating predicted undesirable determinants.
3. Designed and manufactured laboratory stand for modeling and experimental testing of the process of sorption, concentration and conversion of carbon dioxide.
4. Results of theoretical and experimental studies of mass transfer and electrochemical processes in a high-temperature electrolysis cell during CO₂ conversion, with modeling of the process input parameters (temperature, composition of accompanying gases, voltage, current strength, geometric structure and porosity of electrodes, etc.).
5. New materials based on metal-organic framework structures (MOF) for photocatalytic and electrocatalytic CO₂ conversion.
6. Designed and created photocatalytic and electrocatalytic systems for industrial CO₂ conversion.
7. Integrated energy-efficient environmentally friendly technology for collecting, concentrating and utilizing carbon dioxide by electrochemical and photocatalytic methods to produce hydrocarbons for their subsequent use in the technological cycle of power plants (gas turbine, fuel cell, etc.).

Overall, these expected results will address urgent environmental challenges associated with industrial and energy complex waste processing and disposal. They will provide innovative solutions for reducing greenhouse gas emissions, advancing the development of carbon-neutral energy systems, and promoting sustainable and environmentally friendly practices in the industry.

1.8. В состав научного коллектива будут входить (указывается планируемое количество исполнителей (с учетом руководителя проекта) в течение всего срока реализации проекта):

Несоответствие состава научного коллектива (в том числе отсутствие информации в соответствующих полях формы) требованиям пункта 14 конкурсной документации является основанием недопуска заявки к конкурсу.

10 исполнителей проекта (включая руководителя),

В соответствии с требованиями пункта 14 конкурсной документации от 4 до 10 человек вне зависимости от того, в трудовых или гражданско-правовых отношениях исполнители состоят с организацией.

в том числе:

- 6 исполнителей в возрасте до 39 лет включительно;
- 1 аспирант (адъюнкт) очной формы обучения;
- 2 студента очной формы обучения.

1.9. Планируемый состав международного научного коллектива с указанием фамилий, имен, отчеств (при наличии) членов научного коллектива, их возраста на момент подачи заявки, ученых степеней, должностей и основных мест работы, формы отношений с организацией (зарубежной организацией) (трудовой договор, гражданско-правовой договор) в период реализации проекта. Для зарубежного научного коллектива возможно указание только соответствующих научных позиций

на русском языке

Чичиров Андрей Александрович (08.01.1957 г.) - зав. каф. каф. "Химия и водородная энергетика", доктор химических наук, профессор ФГБОУ ВО "КГЭУ" (трудовой договор) - руководитель проекта.
Филимонова Антонина Андреевна (19.07.1983 г.) - доцент каф. "Химия и водородная энергетика", доктор технических наук, доцент ФГБОУ ВО "КГЭУ" (трудовой договор) - участник проекта.
Чичирова Наталия Дмитриевна (05.10.1955 г.) - зав. каф. "Атомные и тепловые электрические станции", доктор химических наук, профессор ФГБОУ ВО "КГЭУ" (трудовой договор) - участник проекта.
Ляпин Александр Игоревич (19.02.1981 г.) - доцент каф. "Атомные и тепловые электрические станции", кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО "КГЭУ" (трудовой договор) - участник проекта.
Власова Алена Юрьевна (23.02.1988 г.) - доцент каф. "Атомные и тепловые электрические станции", кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО "КГЭУ" (трудовой договор) - участник проекта.
Минибаев Азамат Ильшатovich (01.05.1994 г.) - старший преподаватель каф. "Атомные и тепловые электрические станции", лаборант ФГБОУ ВО "КГЭУ" (трудовой договор) - участник проекта.
Печенкин Александр Вадимович (09.10.1996 г.) - ассистент каф. "Атомные и тепловые электрические станции", лаборант ФГБОУ ВО "КГЭУ" (трудовой договор) - участник проекта.
Бабилов Олег Евгеньевич (09.08.1998 г.) - ассистент каф. "Атомные и тепловые электрические станции", лаборант ФГБОУ ВО "КГЭУ" (трудовой договор) - участник проекта.
Майоров Егор Сергеевич (16.01.2003 г.) - лаборант каф. "Атомные и тепловые электрические станции", лаборант ФГБОУ ВО "КГЭУ" (трудовой договор) - участник проекта.
Камалиева Рузина Фарсилловна (27.06.2002 г.) - лаборант каф. "Атомные и тепловые электрические станции", лаборант ФГБОУ ВО "КГЭУ" (трудовой договор) - участник проекта.

Сандип Кумар Лахера (Ph.D. (нанотехнология), 2021 г.) SRM Institute of Science and Technology, факультет физики и нанотехнологий, Инженерно-технологический колледж, Каттанкулатур - Ченнаи
Доктор Бернардушо Непполиан (доктор химических наук, 2000 г.) SRM Institute of Science and Technology, Управление исследований - декан (исследования)
Профессор Ранджит Тапа (Ph.D. (физика), 2011 г.) SRM University-AP, Школа инженерии и наук

на английском языке

Chichirov Andrey Alexandrovich (01/08/1957) - Head of the Department "Chemistry and Hydrogen Energy", Doctor of Chemical Science, Professor of FSBEI HE "KSPEU" (employment contract) - project manager.
Filimonova Antonina Andreevna (07/19/1983) - Associate Professor of the Department "Chemistry and Hydrogen Energy", Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the FSBEI HE "KSPEU" (employment contract) - participant of the project.
Chichirova Natalia Dmitrievna (10/05/1955) - Head of the Department "Nuclear and Thermal Power Plants", Doctor of Chemical Sciences, Professor of FSBEI HE "KSPEU" (employment contract) - participant of the project.
Lyapin Alexander Igorevich (02/19/1981) - Associate Professor of the Department "Nuclear and Thermal Power Plants", Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of FSBEI HE "KSPEU" (employment contract) - participant of the project
Vlasova Alena Yurievna (02/32/1988) - Associate Professor of the Department "Nuclear and Thermal Power Plants", Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of FSBEI HE "KSPEU" (employment contract) - participant of the project
Minibaev Azamat Ilshatovich (05/01/1994) - senior teacher of the Department "Nuclear and Thermal Power Plants", laboratory assistant of FSBEI HE "KSPEU" (employment contract) - participant of the project.
Pechenkin Alexander Vadimovich (10/09/1996) - assistant of the Department "Nuclear and Thermal Power Plants", laboratory assistant of FSBEI HE "KSPEU" (employment contract) - participant of the project.