

Краткая информация о проекте

Наименование	AP26105185 Эффективное использование компьютерных технологий для оптимизации сжигания углеводородных топлив на теплофизических устройствах с системой впрыска
Актуальность	Актуальность проекта обусловлена необходимостью повышения эффективности сжигания жидких углеводородных топлив при одновременном снижении выбросов загрязняющих веществ в условиях ужесточения экологических требований и глобальных климатических вызовов. Несмотря на развитие альтернативной энергетики, жидкие топлива продолжают играть ключевую роль в энергетике и промышленности, что требует совершенствования технологий их использования. Применение современных методов 3D компьютерного моделирования теплофизических процессов позволяет глубже понять механизмы распыла и горения, оптимизировать режимы работы теплоэнергетических установок и обеспечить как экономическую, так и экологическую эффективность.
Цель	Проведение прикладных исследований теплофизических процессов, происходящих в камерах сгорания при распыле, распаде, дисперсии и испарении струйных неизотермических впрысков различных видов жидких топлив при высокой турбулентности на основе фундаментальных подходов технической физики с использованием новейших компьютерных технологий физических методов моделирования, и оптимизация режимов горения с достижением максимальной теплогенерации при минимизации выбросов загрязняющих веществ.
Задачи	1. Провести анализ существующих мировых исследований по сжиганию жидких углеводородных топлив, учитывающие ключевые аспекты эффективности процесса сгорания, влияния различных технологий на уровень выбросов, а также экономические и экологические последствия использования жидких топлив и выявить наиболее эффективные методы сжигания, а также определить пути для снижения выбросов загрязняющих веществ. 2. Разработать комплексную компьютерную 3D-модель, состоящую из физико-математической, геометрической и глобальной химической подмоделей, описывающих теплофизические процессы при горении струйных неизотермических жидких впрысков различных топлив при высокой турбулентности с учетом процессов распада, столкновения, воспламенения, дисперсии и испарения капель. 3. Построить новую статистическую модель для описания, анализа и предсказания поведения, динамики и взаимодействия жидких впрысков топлив с реагирующей средой при высокой турбулентности: механизмы распада, распыла и распределения капель по различным характеристикам (размер, форма и температура) и виды взаимодействий между каплями (коалесценция, конденсация и испарение). 4. Оптимизировать и адаптировать к поставленной задаче программный пакет по 3D-моделированию с улучшенными алгоритмами по проверке функциональности и производительности для проведения вычислительных экспериментов моделирования сжигания жидких

	углеводородных топлив. 5. Провести вычислительные эксперименты по сжиганию различных видов жидких углеводородных топлив в устройствах с системой впрыска при изменении размеров капель и получить 3D визуализацию дисперсии капель по радиусу и температуре по высоте камеры сгорания; температурные поля двухфазного потока; концентрационные поля продуктов сгорания (оксиды углерода, расходы азота и кислорода); поля векторных скоростей по направлениям и плотность теплового потока по всему пространству камеры сгорания и определить оптимальные режимы горения. 6. Провести вычислительные эксперименты по сжиганию различных видов жидких углеводородных топлив в устройствах с системой впрыска при изменении температуры капель и получить 3D визуализацию дисперсии капель по радиусу и температуре по высоте камеры сгорания; температурные поля двухфазного потока; концентрационные поля продуктов сгорания (оксиды углерода, расходы азота и кислорода); поля векторных скоростей по направлениям и плотность теплового потока по всему пространству камеры сгорания и определить оптимальные режимы горения. 7. Провести вычислительные эксперименты по сжиганию различных видов жидких углеводородных топлив в устройствах с системой впрыска при изменении массы капель и получить 3D визуализацию дисперсии капель по радиусу и температуре по высоте камеры сгорания; температурные поля двухфазного потока; концентрационные поля продуктов сгорания (оксиды углерода, расходы азота и кислорода); поля векторных скоростей по направлениям и плотность теплового потока по всему пространству камеры сгорания и определить оптимальные режимы горения. 8. Провести вычислительные эксперименты по влиянию видов впрыска на процессы сжигания различных видов жидких углеводородных топлив в устройствах с системой впрыска и получить 3D визуализацию дисперсии капель по радиусу и температуре по высоте камеры сгорания; температурные поля двухфазного потока; концентрационные поля продуктов сгорания (оксиды углерода, расходы азота и кислорода); поля векторных скоростей по направлениям и плотность теплового потока по всему пространству камеры сгорания и определить оптимальные режимы горения. 9. Провести сравнительный анализ полученных результатов моделирования сжигания жидких углеводородных топлив с применением новой статистической модели распыла, распада, дисперсии и испарения капель при высокой турбулентности с имеющимися в литературе экспериментальными данными. Обобщить параметры оптимального режима горения различных видов жидких топлив, снижающие затраты на топливо, минимизирующие негативное воздействие на окружающую среду и обеспечивающие надежную и безопасную работу систем впрыска, и предложить общие рекомендации по эффективной организации процесса сжигания жидких топлив на теплофизических устройствах. 10. В течение всего периода выполнения проекта опубликовать статьи в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базах Web of Science и Scopus, а также статью в рецензируемом зарубежном или отечественном
--	--

Ожидаемые и достигнутые результаты	издании, рекомендованном КОКНВО. Достигнутые результаты: 1. Проведен анализ современных исследований по сжиганию жидких углеводородных топлив с учетом эффективности, выбросов и эколого-экономических аспектов. Определены ключевые факторы и эффективные методы повышения полноты сгорания и снижения выбросов. 2. Разработана комплексная 3D-модель, включающая физико-математическую, геометрическую и химическую подмодели, учитывающие основные процессы (распад, испарение, воспламенение и др.). Модель протестирована и готова к дальнейшим исследованиям. 3. Создана статистическая модель, описывающая динамику и взаимодействие капель в турбулентной среде с учетом распыла, распределения и фазовых процессов. Работоспособность подтверждена. 4. Оптимизирован и адаптирован программный пакет для 3D-моделирования, внедрены улучшенные алгоритмы и проведено тестирование. Подтверждена корректность и готовность к вычислительным экспериментам. Ожидаемые результаты: Ожидается проведение серии вычислительных экспериментов по моделированию сжигания различных видов жидких углеводородных топлив с получением детализированной 3D визуализации теплофизических процессов; выполнение сравнительного анализа результатов моделирования с экспериментальными и литературными данными для подтверждения адекватности разработанных моделей; определение оптимальных режимов горения, обеспечивающих повышение энергоэффективности и снижение выбросов загрязняющих веществ; разработка практических рекомендаций по совершенствованию процессов сжигания в теплофизических устройствах с системой впрыска; публикация полученных результатов в международных научных изданиях и их апробация в научном сообществе.
Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили	1. Болегенова Сымбат Алихановна, доктор PhD, доцент (h-index Scopus - 13, h-index Web of Science – 12, Researcher ID - A-9696-2015, ORCID - 0000-0003-1061-6733, Scopus Author ID - 57195694754). https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57195694754 2. Аскарова Алия Сандыбаевна, д.ф.-м.н., профессор (h-index Scopus - 21, h-index Web of Science – 21, Researcher ID - N-6081-2014, ORCID - 0000-0003-1797-1463, Scopus Author ID – 6603209318). https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603209318 3. Болегенова Салтанат Алихановна, д.ф.-м.н., профессор (h-index (Scopus) - 20, h-index (WoS) - 18, ResearcherID - A-9696-2015, ORCID - 0000-0001-5001-7773, Scopus Author ID – 57192917040). https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57192917040 4. Оспанова Шынар Сабитовна, доктор PhD (h-index (Scopus) - 8, h-index (WoS) - 5, ResearcherID - A-8880-2015, ORCID - 0000-0001-6902-7154, Scopus Author ID – 55988678700). https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55988678700 5. Максимов Валерий Юрьевич, доктор PhD (h-index Scopus - 16, h-index Web of Science - 15, Researcher ID

	- F-6214-2013, ORCID- 0000-0003-4120-1071, Scopus Author ID – 57130389500). https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57130389500 6. Нұғыманова Айжан Олжабекқызы, доктор PhD (h-index Scopus - 10, h-index Web of Science - 15, Researcher ID N-4527-2014, ORCID- 0000-0003-0393-5672, Scopus Author ID – 57193723169). https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57193723169
Использование	Результаты проекта будут использованы для оптимизации процессов сжигания в теплофизических устройствах, повышения энергоэффективности и снижения выбросов, а также в научных исследованиях, инженерной практике и образовательном процессе.
Приоритет в сравнении с реальными аналогами	Проект обладает приоритетом по сравнению с существующими аналогами за счет использования комплексного подхода, объединяющего 3D физическое моделирование, статистические методы и верификацию с экспериментальными данными. В отличие от большинства известных работ, где процессы рассматриваются отдельно, в проекте реализовано интегрированное описание распыла, испарения и горения жидких топлив в условиях высокой турбулентности. Дополнительным преимуществом является разработка собственной статистической модели и адаптация программного комплекса, что обеспечивает более высокую точность прогнозирования, расширяет область применимости результатов и повышает их практическую значимость.
Список публикаций со ссылками на них	1. A.S. Askarova, S.A. Bolegenova, Sh.S. Ospanova, S.A. Bolegenova, A.Z. Nurmukhanova, G.Y. Baidullayeva Investigation of Dispersion, Breakup, and Combustion Processes of Liquid Fuel Droplets under High Turbulence // Bulletin of the Karaganda University. Physics Series. – 2025. - Vol. 30, No. 4 (120). – P. 83-94. https://doi.org/10.31489/2025ph4/83-94 (WofSC, Q4; КОКНВО) 2. S.A. Bolegenova, A.S. Askarova A., Sh.S. Ospanova, S.A. Bolegenova, A.Z. Nurmukhanova, Sh.K. Assilbekova Coupled sputtering and combustion dynamics of diverse fuel types // Eurasian Physical Technical Journal. – 2026. (Scopus, процентиль 26, Q3; КОКНВО - в печати)
Информация о патентах	Патент РК. Авторы Болегенова С.А., Оспанова Ш.С., Туякбаев А.А., Болегенова К.А., Нүсіпжан А. Патент на полезную модель №11898 «Установка для определения удельной теплоемкости металлов». 13.03.2026 г.