

Краткая информация о проекте

Наименование	AP26100971 “Разработка технологии получения душистых веществ на основе сложных эфиров карбоновых кислот утилизацией ненасыщенных углеводородов НПЗ методом металлокомплексного карбонилирования”.
Актуальность	В Казахстане полностью отсутствует собственное производство синтетических душистых веществ, и страна полностью зависит от импорта из стран ближнего и дальнего зарубежья. При этом на действующих НПЗ Казахстана не организовано промышленное использование ценного олефинового сырья из технологических газов. Вовлечение отходов НПЗ - ненасыщенных углеводородов и монооксида углерода - в производство практически ценных продуктов отвечает принципам «зелёной» химии, улучшает экологию и имеет высокую экономическую значимость. Разработка экономичных и новых технологий получения душистых веществ является весьма актуальной задачей для развития отечественной парфюмерно-косметической промышленности.
Цель	Разработка технологии получения душистых веществ на основе сложных эфиров карбоновых кислот реакцией металлокомплексного карбонилирования ненасыщенных углеводородов НПЗ (алкенов, алкинов и алкадиенов) монооксидом углерода и спиртами в присутствии новых модифицированных катализаторов, а также замена дорогостоящих катализаторов на более доступные и эффективные гетерогенные аналоги (магнитные, нанесённые и др.).
Задачи	Задача I (2025 год): Синтез новых эффективных модифицированных катализаторов на основе комплексов переходных металлов. Включает синтез гетерогенных катализаторов методом нанесения на подложки, синтез катализаторов с магнитными свойствами методом осаждения, изучение возможности их многократного использования, а также характеризацию методами ICP-OES и БЭТ. Задача II (2026 год): Синтез сложных эфиров карбоновых кислот реакцией карбонилирования алкенов, алкинов и алкадиенов с различными спиртами в присутствии новых катализаторов. Включает определение оптимальных соотношений реагентов, оптимальных параметров процесса (давление, температура, продолжительность), а также анализ продуктов методами ГЖХ, Масс-, ИК- и ЯМР-спектроскопии. Задача III (2027 год): Исследование свойств душистых веществ, определение органолептических характеристик и устойчивости запаха, проведение токсикологической экспертизы в лаборатории ТОО «НУТРИТЕСТ», разработка парфюмерных композиций, создание двух авторских духов и трёх отдушек, разработка лабораторно-технологического регламента с внедрением в учебный процесс КазНУ им. аль-Фараби.

Ожидаемые и достигнутые результаты	Ожидаемые результаты по завершении проекта: инновационная технология синтеза модифицированных гетерогенных катализаторов; синтез ряда сложных эфиров карбоновых кислот одностадийной реакцией карбонилирования; два вида авторских духов и три отдушки; лабораторно-технологический регламент с внедрением в учебный процесс; Достигнутые результаты за 2025 год: По мероприятию 1.1 - успешно синтезированы гомогенные комплексы палладия $\text{PdCl}_2(\text{PPh}_3)_2$ и $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$, проявившие высокую каталитическую активность. В реакции карбонилирования циклогексена получен этиловый эфир циклогексановой кислоты с выходом 81,2% (катализатор $\text{PdCl}_2(\text{PPh}_3)_2$) и 79,5% (катализатор $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$). В реакции карбонилирования цикlopентена получен этиловый эфир цикlopентановой кислоты с выходом 83% и 82,6% соответственно. По мероприятию 1.2 - синтезированы гетерогенные катализаторы методом нанесения на подложки: 1%-ный Pd/Поликарбонат и 1%-ный Pd/Углерод. В реакции карбонилирования йодбензола с метанолом получен метилбензоат с выходом 89,8% (катализатор Pd/PK) и 97,2% (катализатор Pd/C). По мероприятию 1.3 - синтезированы магнитные катализаторы Pd/Fe₃O₄/Поликарбонат и Pd/Fe₃O₄/Углерод. Получен метилбензоат с выходом 88,2% и 97,1% соответственно. Отделение катализатора от реакционной смеси осуществлялось с помощью постоянного магнита практически без потерь. По мероприятию 1.4 - проведено 12 экспериментов карбонилирования гексена-1 с этанолом, подтверждена возможность многократного использования всех четырёх гетерогенных катализаторов с выходом продуктов не ниже 80%. По мероприятию 1.5 - измерена удельная площадь поверхности катализаторов методом БЭТ: Pd/C - 950,8 м²/г; Pd/PK - 12,4 м²/г; Pd/Fe₃O₄/C - 721,2 м²/г; Pd/Fe₃O₄/PK - 20,8 м²/г. Дополнительно - проведены предварительные исследования карбонилирования алкадиенов (1,3-бутадиен, 1,5-гексадиен, 1,7-октадиен). Наибольший выход этилового эфира 8-ноненовой кислоты — 32,08% - получен в реакции карбонилирования 1,7-октадиена с катализатором $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$.
Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID,	Шалмагамбетов Каиржан Мустафинович - научный руководитель, д.х.н., главный научный сотрудник. Scopus Author ID: 9265698700 (https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=9265698700), ResearcherID: HJX-5336-2023, ORCID: 0000-0002-5660-9208 (https://orcid.org/0000-0002-5660-9208).

при наличии) и ссылками на соответствующие профили	Кудайбергенов Нурболат Жарылкасынулы - ответственный исполнитель, PhD, старший научный сотрудник. Scopus Author ID: 56586084100 (https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56586084100), ResearcherID: B-6750-2013, ORCID: 0000-0002-4641-6779 (https://orcid.org/0000-0002-4641-6779). Зыкай Меруерт Халыккызы — исполнитель, к.х.н., старший научный сотрудник. ORCID: 0000-0002-4853-9983 (https://orcid.org/0000-0002-4853-9983). Тузельбаева Гульжан Нургалиевна - инженер-технолог, директор ТОО «Гульжан Парфюм». ORCID: 0009-0008-1663-5605 (https://orcid.org/0009-0008-1663-5605). Арток Левент - зарубежный исполнитель, профессор Измирского технологического института (Турция). Scopus Author ID: 6603902973 (https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603902973), ResearcherID: AAP-9904-2020, ORCID: 0000-0003-4678-4819 (https://orcid.org/0000-0003-4678-4819). Аликеева Алуа Ержановна - докторант 2 курса КазНУ им. аль-Фараби. ORCID: 0009-0003-5149-2957 (https://orcid.org/0009-0003-5149-2957). Әзімбай Абзал Мейрембекұлы. ORCID: 0009-0006-5444-4266 (https://orcid.org/0009-0006-5444-4266).
Использование	Результаты проекта направлены на создание казахстанского производства душистых веществ и снижение зависимости от импорта. Разработанные технологии будут внедрены в учебный процесс КазНУ им. аль-Фараби с открытием новой магистерской специальности «Химия парфюмерного и косметического производства». Синтезированные продукты найдут применение в парфюмерно-косметической и пищевой промышленности Казахстана. По итогам проекта планируется коммерциализация результатов через АО «Фонд Науки» (РНТД), что создаст новые рабочие места и насытит рынок отечественной продукцией.
Приоритет в сравнении с реальными аналогами	Существующий промышленный метод получения сложных эфиров карбоновых кислот - этерификация органических кислот спиртами - имеет существенные недостатки: многостадийность, продолжительность около 30 часов, низкий выход продуктов (50-60%), а также большое количество промышленных стоков. Разрабатываемый в проекте метод гидроалкоксихарбонилирования олефинов обеспечивает одностадийный процесс с выходом продуктов 95-98% за 4-5 часов при давлении монооксида углерода не выше 20 атм и температуре не выше 100°C. В качестве сырья используются доступные отходы НПЗ. Себестоимость получения продуктов по новому методу в 2-4 раза ниже существующих промышленных аналогов. Применение гетерогенных

	катализаторов (нанесённых и магнитных) решает ключевую проблему промышленного гомогенного катализа - трудоёмкое отделение катализатора от реакционной смеси, обеспечивая его лёгкое извлечение и многократное использование с сохранением выхода продуктов не ниже 80%.
Список публикаций с ссылками на них	Azimbay A.M., Kudaibergenov N.Zh., Shalmagambetov K.M., Alikeyeva A.E., Bakytzhan Z., Zykai M.Kh. Regioselective hydroalkoxycarbonylation of 1.3-butadiene, 1.5-hexadiene, and 1.7-octadiene using palladium-phosphine catalytic systems. Chem. J. Kaz., 2025, 4(92), 138-148. DOI: https://doi.org/10.51580/2025-4.2710-1185.57
Информация о патентах	Планируется получение полезной модели по результатам проекта