Краткая информация о проекте

Наименование	AP23485836 «Разработка технологии биоремедиации сточных вод, загрязненных нефтепродуктами на основе альго-цианобактериального консорциума для потенциального производства биотоплива»
Актуальность	Проект имеет социальную, экономическую и индустриальную заинтересованность в реализации. Конкурентоспособность ожидаемых результатов связана с тем, что очистка сточных вод с помощью альго-цианобактериального консорциума - это путь создания рентабельной, непрерывной, безотходной, малозатратной технологии для решения производственных и экологических проблем нефтеперерабатывающих предприятий. Так, применение культивирования альго-цианобактериального консорциума для очистки сточных вод заинтересовано общество, промышленность, кроме того это экономически выгодно, можно использовать для получения экологически чистого биотоплива. Таким образом, что использование альго-цианобактериального консорциума дает двойной эффект: биоочистка сточных вод и получение после очистки нефтезагрязненных сточных вод биомассу альго-цианобактериального консорциума, которая используется для производства биотоплива. Потенциальными потребителями проекта являются нефтеперерабатывающие предприятия и крупные промышленные объединения. Культивирование микроводорослей и цианобактерий в сточных водах, богатых питательными веществами и высокого выхода биомассы для одновременной биоочистки, является более экономичным и экологически чистым подходом. Данное исследование даст в будущем возможность коммерциализации полученных научных результатов, технология не требует больших вложений для налаживания отечественного производства. Разработка технологии на основе альго-цианобактериального консорциума биоремедиации сточных вод для заинтересованных нефтеперерабатывающих предприятиях будет доступно и экономически выгодно, в связи с малыми энергозатратами. Использование микроводорослей и цианобактерий в качестве очищающего агента может решить проблемы биоочистки и в то же время, полученная биомасса будет применяться для производства биотопливо.
Цель	Целью исследования является разработка технологии биоремедиации сточных вод нефтепродуктами на основе альго-цианобактериального консорциума и изучение их биотехнологического потенциала для применения в производстве биотоплива.
Задачи	1.Поиск и выделение новых культур микроводорослей и цианобактерий различных местностей, загрязненных нефтепродуктами перспективные для биоочистки водных экосистем. 2. Провести исследования биоселективных свойств и термотолерантности фототрофных микроорганизмов – микроводорослей и цианобактерий и на основании их полученных данных отобрать наиболее активные культуры. 3. Создать из отобранных культур (штаммов) альго цианобактериальный консорциум на основании изучения их синергического действия. 4.

	Изучить закономерности формирования структурированного очищающего консорциума, состоящих из фототрофных микроорганизмов, различных таксономических групп предназначенных для очистки сточных вод, подвергнутых загрязнению различными нефтепродуктами. 5. Разработать методы практического применения многоуровневого очищающего консорциума фототрофных микроорганизмов различных таксономических групп. 6. Изучение биохимического состава (липиды, жирные кислоты) биомассы микроводорослей и цианобактерий, а также альго-цианобактериального консорциума для получения биотоплива. 7. Разработка способа массового культивирования альго цианобактериального консорциума, загрязненных сточных вод различными нефтепродуктами для получения биомассы. 8. Разработка метода производства биотоплива на основе полученной биомассы альго-цианобактериального консорциума, выращенной в сточных водах, загрязненных нефтепродуктами.
Ожидаемые и достигнутые результаты	В настоящем проекте будут выделены аксенические культуры микроводорослей и цианобактерий из почвы и сточных вод, перспективные для биоремедиации водных экосистем, загрязненных нефтепродуктами. Из отобраных активных культур цианобактерий и микроводорослей будет сформирован альго-цианобактериальный консорциум различных таксономических групп. Будет разработана технология биоочистки сточных вод, загрязненных нефтепродуктами на основе полученного альго-цианобактериального консорциума. После очистки нефтезагрязненных сточных вод, будет получена биомасса альго-цианобактериального консорциума для применения в производстве биотоплива. Все полученные научные результаты будут опубликованы в зарубежных научных журналах рецензируемых журналах базы данных Scopus и Web of Science. Согласно конкурсной документации будут опубликованы: Будут опубликованы в международных рецензируемых журналах – - не менее 3 (трех) статей и (или) обзоров в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в Science Citation Index Expanded базы Web of Science и (или) имеющих процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 50 (пятидесяти); - не менее 1 патента на изобретение (включая положительное решение по нему); - либо не менее 2 (двух) статей и (или) обзоров в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в Science Citation Index Expanded базы Web of Science и (или) имеющих процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 50 (пятидесяти), не менее 1 (одного) патента, включенного в базу данных Derwent Innovations Index (Web of Science, Clarivate Analytics); - а также не менее 1 (одной) статьи или обзора в рецензируемом зарубежном или отечественном издании, рекомендованном КОКНВО; - либо не менее 2 (двух) статей и (или) обзоров в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в Science Citation Index Expanded и входящих в 1 (первый) и (или) 2 (второй) квартиль по импакт-фактору в базе Web of Science и (или) имеющих процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 65 (шестидесяти пяти); - а также не менее 1 (одной) статьи или

	обзора в рецензируемом зарубежном или отечественном издании, рекомендованном КОКНВО; - либо не менее 1 (одной) статьи или обзора в рецензируемом научном издании, входящем в 1 (первый) или 2 (второй) квартиль по импакт-фактору в базе Web of Science и (или) имеющем процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 65 (шестидесяти пяти), и не менее 1 (одного) патента, включенного в базу данных Derwent Innovations Index (Web of Science, Clarivate Analytics); - а также не менее 1 (одной) статьи или обзора в рецензируемом зарубежном или отечественном издании, рекомендованном КОКНВО; - либо не менее 1 (одной) статьи или обзора в рецензируемом научном издании, индексируемом в Science Citation Index Expanded и входящем в 1 (первый) квартиль по импакт-фактору в базе Web of Science и (или) имеющем процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 80 (восьмидесяти); - не менее 1 патента на изобретение (включая положительное решение по нему). Опубликование монографий, книг и (или) глав в книгах зарубежных и (или) казахстанских издательств – не предусматривается; Разработка научно-технической, конструкторской документации – будет лабораторный регламент разработки технологии биоочистки сточных вод, загрязненных нефтепродуктами на основе полученного альго-цианобактериального консорциума. Распространение результатов работ среди потенциальных пользователей, сообщества ученых и широкой общественности – внедрение результатов исследований в учебный процесс для студентов и магистрантов, и научных сотрудников. НИИ Изучен видовой состав сточных вод Атырауского нефтеперерабатывающего завода и СП CACPI BITUM ТОО (г.Актау), загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Среди выделенных 25 культур фототрофных микроорганизмов были отобраны наиболее активные для биоремедиации виды: *Navicula sp., Scenedesmus acutus, Parachlorella sp., Chlamydomonas sp., Anabaena sp., Nostoc sp*. и *Phormidium sp*. В ходе исследования изучались биоселективные свойства и термотолерантность фототрофных микроорганизмов, включая микроводоросли и цианобактерии, для биоремедиации нефтезагрязненных вод. Оптическая плотность цианобактерий *Anabaena sp., Nostoc sp*. и *Phormidium sp*. при биоремедиации сырой нефти в концентрациях 5, 10 и 15 мг/л показала наибольший рост при 5 мг/л. Максимальная сухая биомасса была также достигнута при этой концентрации, с увеличением на 0,08 г/л по сравнению с контрольным образцом. Микроводоросли, такие как *Navicula sp., Parachlorella sp., Scenedesmus acutus* и *Chlamydomonas sp*., продемонстрировали еще более высокие показатели, подтверждая свою гибкость в использовании углеводородов. Важные результаты включают значительное уменьшение нефтяной пленки к 14-му дню эксперимента, а также оптимальные условия роста при pH 6-7 и температуре 24-32°C, что подтверждает потенциал данных микроорганизмов для эффективной биоремедиации. Из отобранных культур был создан альго-цианобактериальный консорциум на основании изучения их синергического действия. Были отобраны и

	адаптированы штаммы *Navicula sp., Scenedesmus acutus, Parachlorella sp., Chlamydomonas sp., Anabaena sp., Nostoc sp. и Phormidium sp*., обладающие высоким биотехнологическим потенциалом и способностью к совместному развитию. Проведено совместное культивирование, по результатам которого установлено стабильное сосуществование культур, увеличение суммарной биомассы по сравнению с монокультурами, повышение эффективности усвоения питательных веществ, а также усиление физиологической активности клеток. В дальнейшем будет изучен: 1. биохимический состав (липидов, жирных кислот) биомассы альго-цианобактериального консорциума для получения биотоплива; 2. Разработка способа массового культивирования альго-цианобактериального консорциума в сточной водезагрязненных нефтью и различными нефтепродуктами для получения биомассы. 3. Разработка метода производства биотоплива на основе полученной биомассы альго-цианобактериального консорциума, выращенной в сточных водах, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.
Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили	1. Болатхан Кенжегул, доктор философии (PhD), доцент Researcher ID: AAZ-8890-2020 ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7133-6546 Scopus author ID: 55977615700 2. Заядан Болатхан Казыханулы, д.б.н., профессор, академик НАН РК Researcher ID: B-1664-2015 ORCID https://orcid.org/0000-0002-4572-2416 Scopus author ID: 6504770922 3. Озчимен Дидем Балканлы (Ozchimen Didem Balkanli) – д.б.н, профессор ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2483-7617 Scopus author ID: 6506027155 4. Акмуханова Нурзия Рахмедиевна, к.б.н., доцент Researcher ID: E-4491-2015 ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9274-807X Scopus author ID: 57190071427 5. Сарсекеева Фариза Кудайбергеновна, доктор философии (PhD) Researcher ID: E-4491-2015 ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9119-2279 Scopus author ID: 56524602300 6.Какимова Ардак Болатовна, доктор философии (PhD) Researcher ID: ABD-5813-2021 ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5612-1002 7. Даулетова Алиям Абликимовна ORCID: https://orcid.org/0009-0007-4471-9630 8. Ахметова Гүлназ Аскаркызы ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5747-1557
Использование	1. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий; 2. Биоремедиация загрязнённых природных водоёмов; 3. Получение биомассы для дальнейшей переработки в биотопливо.
Приоритет в сравнении с реальными аналогами	В отличие от традиционных методов, разработка обеспечивает не только эффективную деградацию нефтепродуктов, но и получение ценной биомассы для

	производства биотоплива (биодизель, биогаз). Использование альго-цианобактериального консорциума повышает устойчивость и эффективность очистки за счёт синергетического взаимодействия микроорганизмов. Технология характеризуется экологической безопасностью, снижением энергозатрат и отсутствием вторичного загрязнения.
Список публикаций с ссылками на них	1.Ardak B. Kakimova, Sandugash K. Sandybayeva, Kenzhegul Bolatkhan, Bolatkhan K. Zayadan, Aknur K. Toktybay and Gulnaz A. Akhmetova. FATTY ACIDS PROFILE OF NOVEL CYANOBACTERIAL STRAINS ISOLATED FROM EXTREME ECOSYSTEMS AS A BIODIESEL FEEDSTOCK. ES Energy & Environment, 2025, 27, 1394, Manuscript ID:ES-EE-2024-0095; DOI: 10.30919/esee1394 https://www.scopus.com/pages/publications/105003847059 2.G.A.Akhmetova, K.Bolatkhan, A.A.Dauletova, A.K.Toktybay, A.B.Kakimova, S.K.Sandybayeva, S.K.Abilev, B.K.Zayadan. STUDY OF ALGAE FROM WASTEWATER TREATMENT PLANTS IN ALMATY AND THEIR ROLE IN BIOMONITORING. Вестник КазНУ. Серия Экологическая, 1 (82). https://doi.org/10.26577/EJE202582101 3.Даулетова А.А., Тоқтыбай А.К., Ахметова Г.А., Есенәлі А.А., Канаев А.Е. Изучение влияния питательных сред и освещенности на рост биомассы культур цианобактерий. Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых "Фараби Әлемі". Алматы, Каазахстан, 3-5 апреля, 2025г. Алматы, «Қазақ университеті», стр. 311. 4. Kenzhegul Bolatkhan, Ardak B. Kakimova, Bolatkhan K. Zayadan, Akbota Kabayeva, Sandugash K. Sandybayeva, Aliyam A. Dauletova and Tatsuya Tomo. Bio-Oil from Phototrophic Microorganisms: Innovative Technologies and Strategies. BioTech 2026, 15(1), 11. https://doi.org/10.3390/biotech15010011 5. K. Bolatkhan, A. A. Dauletova, B. K. Zayadan*, A. B. Kakimova, G. A. Akhmetova, M. J. Bhatti, A. Ahmed, S. Kairat. Screening of microalgae and cyanobacteria consortia for the bioremediation of wastewater contaminated with petroleum products. Fifth International Conference of the Society of Environmental Sustainability International Conference on Environmental Sustainability: Innovations, Challenges and Solutions (ICESICS 2025), Oct 6 - 8, 2025, Almaty, Kazakhstan. Environmental Sustainability. https://doi.org/10.1007/s42398-025-00408-1
Информация о патентах	Будет получен 1 (один) патент Республика Казахстан на изобретение или на полезную модель – 1.