Краткая информация о ПЦФ

Наименование	BR24993113 Создание композитов на основе дифильных водорастворимых полимеров полифункционального назначения. Руководитель: Мусабеков Куанышбек Битуович
Актуальность	Программа посвящена разработке технологии получения новых отечественных высокомолекулярных поверхностно-активных веществ ВМПАВ) на основе доступного сырья, имеющегося в Казахстане - поверхностно-активных веществ (ПАВ) и полимеров, природного и синтетического происхождения. Преимущество таких ВМПАВ, в том, что они обладают уникальными свойствами, позволяющими эффективно применять их в качестве пенообразователей, иммобилизаторов, структурообразователей эрозионно-опасных почв, флокулянтов, эмульгаторов нефтяных эмульсий.
Цель	Разработка отечественных композиционных поверхностно-активных полимеров, проявляющих пенообразующие, эмульгирующие, флокулирующие, структурообразующие и иммобилизирующие свойства.
Задачи	1. Создание новых композиционных поверхностно-активных веществ на основе водорастворимых полимеров (ВРП) и поверхностно-активных веществ (ПАВ) для использования их качестве пенообразователей для пожаротушения и строительства. 2. Исследование эмульгирующих свойств новых композиционных поверхностно-активных веществ на основе водорастворимых полимеров (ВРП) и поверхностно-активных веществ (ПАВ) для получения нефтяных, косметических и пищевых эмульсий. 3. Оценка действия новых полимерных поверхностно-активных веществ (ППАВ) для использования их в качестве флокулянтов для очистки природных и промышленных сточных вод, загрязненных ионами тяжелых металлов. 4. Оценка действия новых полимерных поверхностно-активных веществ (ППАВ) на основе водорастворимых полимеров (ВРП) и поверхностно-активных веществ (ПАВ) для использования их в качестве структурообразователей загрязненных и эродированных почв. 5. Исследование новых полифункциональных полимерных поверхностно-активных вещества (ППАВ) в качестве иммобилизаторов и носителей физиологически-активных веществ (лекарственных препаратов, энзимов, биокатализаторов и т.д.). 6. Разработка научно-обоснованного подхода для создания композиционных материалов

	полифункционального назначения на основе широкодоступных и сравнительно дешевых реагентов отечественного производства
Ожидаемые и достигнутые результаты	1) Согласно ожидаемому результату календарного плана договора получены изотермы адсорбции биополимеров, опроведена ценка толщины межфазного адсорбционного слоя. Изучены поверхностные свойства гидролизатов кератина шерсти в водных растворах, значения поверхностного натяжения 38≈40 мН/м показали, что полученный кератиновый гидролизат из шерсти по своим свойствам близок к широко используемым промышленным пенообразователям. Установлено влияние pH, ионной силы и температуры на устойчивость пен. При повышении температуры устойчивость пен растет в пределах от 20^0C до 40-50^0C, а затем пройдя через максимум уменьшается. Изучение влияния ионной силы показало, что добавление в пенообразующий раствор сульфатов d-металла ($CuSO_4$ или $FeSO_4$) приводит к повышению стабильности пен, что, по-видимому, связано с ростом роли электростатического фактора устойчивости. Пены на основе гидролизованного кератина сочетают хорошую устойчивость, структурно-механическую прочность и экологическую безопасность, что делает их перспективными для применения в противопожарных технологиях. Показано, что использование гидролизата кератина для различных целей играет важную роль в эффективной утилизации отходов животноводства и решении экологических проблем. 2) Согласно ожидаемому результату календарного плана договора определено влияние аэродинамического вдува на структурно-механические свойства образцов почв после обработки композиции ПАВ/полимер и гуминсодержащего компонента. Добавление комплекса СПК-МЭТМАХ к гумату калия способствует формированию упруго-вязких коагуляционно-дисперсных систем с возрастающей прочностью и стабильностью, аналогично, но в несколько меньшей степени, чем в системе с гуматом натрия. Это указывает на то, что гумат калия формирует более сбалансированные, но менее пластичные структуры, обладающие повышенной устойчивостью к механическим воздействиям. Исследовано влияние температуры и pH среды на структурно-механические характеристики и типы эрозионно-опасных почв, обработанных композицией поверхностно-активных веществ, полимеров и гуминсодержащего компонента. Модельные эксперименты интенсивности дефляции

	Туркестанской почвы под действием ветра показали, что структурно-механические константы и свойства комплексов по сравнению с индивидуальными СПК-МЭТМАХ и солями гуминовых кислот различной природы существенно эффективнее, а величина дефляции на 5–10% ниже. Показано, что СПК-МЭТМАХ снижает водопроницаемость и сохранять структуру путем адсорбции полимерных цепи на поверхности почвенных частицах, образуя тонкую защитную пленку, а также формирует между частицами почвы свзующие мостики, что повышает прочность агрегатов. Установлено, что в условиях высоких температур (45 ^{o}C) СПК-МЭТМАХ защищает структуру почвы путем сохранения влаги в почве. 3) Согласно ожидаемому результату календарного плана договора проведена оценка действия новых полимерных поверхностно-активных веществ (ППАВ) для использования их в качестве флокулянтов для очистки природных и промышленных сточных вод, загрязненных ионами тяжелых металлов. Проведена флокуляционная очистка воды, содержащей взвеси глины и ионов тяжелых металлов: Al3+, Mn2+, Fe3+, Co2+, Cu2+ и Hg2+. Показано, что сополимер крахмал-МЭТМАХ и промышленные флокулянты “Kemira Superfloc A-120”, “Русфлок 506” и коагулянт “Kemira Ferix-3” эффективны при очистке воды от взвешенных частиц. 4) Согласно ожидаемому результату календарного плана договора выполнено исследование формирования межмакромолекулярных комплексов с участием ранее синтезированных стимул-чувствительных полимеров и ПАВ. Исследован процесс солюбилизации физиологически активных веществ с использованием дифильных полимеров. В отчете в качесвте примера подробно пресдтавлены результаты исследования комплексообразования СПЛ ГЭА-БА с ПАК. Методами турбидиметрии и вискозиметрии установлено образование поликомплекса, стабилизированного водородными связями и гидрофобными взаимодействиями. Для данных систем показано наличие двух критических pH комплексообразования ($pH_{крит.1}$ и $pH_{крит.2}$), в интервале между которыми имеет место формирование гидрофильных ассоциатов. При этом, установлено, что для систем СПЛ ГЭА-БА и ПАК с низкой молекулярной массой (2.0×10^3) при низких концентрациях наблюдается формирование гидрофильного ассоциата ($pH<pH_{крит.2}$), однако с повышением концентрации раствора наблюдается взаимный переход от гидрофильного ассоциата в гидрофобный поликомплекс. Увеличением ионной

	силы раствора удается варьировать амфифильный баланс, влияющий на способность сополимеров к комплексообразованию, который зависит от состава сополимера ГЭА-БА и молекулярной массы ПАК. 5) Исследована возможность использования термочувствительных сополимеров N-ВП- ВПЭ, а также, для сравнения, гомополимера ПВП в процессах солюбизаации рибофлавина в водных растворах. Показано, что повышение растворимости рибофлавина в воде и стабилизация его водных растворов с применением исследуемых полимеров может происходить по двум основным механизмам, причём их относительный вклад зависит от амфифильности макромолекул. Сополимеры с более высоким содержанием VPE стабилизируют рибофлавин преимущественно за счёт солюбилизации молекул препарата в гидрофобных доменах, образованных сегментами VPE, тогда как ПВП и сополимеры с меньшим содержанием VPE не формируют таких доменов, но их макромолекулы могут адсорбироваться на поверхности микрокристаллов препарата, предотвращая их агрегацию. 6) Согласно ожидаемому результату календарного плана договора начата работа по разработке технологии применения новых ВМПАВ в качестве пенообразователей для получения пенобетона. Установлено, что белковые пенообразователи демонстрируют тенденцию к замедлению схватывания цемента, что приводит к увеличению времени снятия опалубки при монолитном строительстве. Результаты исследований показали, что пены с низким содержанием кератина обладают недостаточной устойчивостью. Увеличение содержания гидролизата кератина приводит к получению продукта с низкой пенообразующей способностью. Оптимальную концентрацию кератина следует выбирать в диапазоне 3–5%. 7) Разрабатываются условия регулирования процесса разделения модельных эмульсий с помощью оксиэтилированных поверхностно-активных веществ, их смесей с ВРП, зависимости от их соотношения, температуры деэмульгирования, ГЛБ. Получены модельные эмульсии на основе сырой нефти, установлены физико-химические характеристики, изучено действие оксиэтилированных ПАВ на разделение модельной эмульсии. 8) Согласно ожидаемому результату календарного плана договора разработаны составы гидролизатов биополимеров для кормовых целей; пенообразователей для производства пенобетона и пожаротушения. Проведены испытания практически важных свойств образцов гидролизатов биополимеров

	в лабораторных условиях. Совместно ТОО «Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства» проведены научно-производственные испытания по установлению продуктивного действия гидролизата кератина, использованного в качестве подкормки в составе концентрированных кормов тонкорунным и помесным баранчикам, находящихся на откорме. Получен акт испытаний по установлению продуктивного действия гидролизата кератина, изготовленного из низкосортной шерсти. Испытания показали, что включение гидролизата кератина в рацион опытной группы положительно повлияло на интенсивность роста шерстных волокон. 9) Согласно ожидаемому результату календарного плана договора ведутся исследования по изучению деэмульгирования модельных нефтяных эмульсий оксиэтилированными ПАВ, их смесями с ВРП, в зависимости от их соотношения, температуры деэмульгирования, ГЛБ. Начаты лабораторные испытания деэмульгирующей активности новых деэмульгаторов нефти на примере образцов сырой нефти, взятых из нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий. Показано, что изменением соотношения смеси оксиэтилированного соединения с этилцеллюлозой можно достичь 90% разделения для образца сырой нефти месторождения Актюбинской области.
Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили	1) Мусабеков Куанышбек Битуович доктор химических наук, профессор ORCID https://orcid.org/0000-0003-1114-1901 Web of Science Researcher ID A-4960-2015 Scopus author ID: 6603479894 2) Мун Григорий Алексеевич, доктор химических наук, профессор ORCID ID: 0000-0002-4984-7937 Web of Science ResearcherID: I-3732-2017 Scopus Author ID: 7006862276 3) Тажибаева Сагдат Медербековна, доктор химических наук, профессор ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3300-3235 Web of Science Researcher ID B-1304-2015 Scopus author ID: 55975626500 4) Абдиев Калдыбек Жамшаевич, доктор химических наук, профессор ORCID ID: 0000-0002-2248-6203 Web of Science Researcher ID : O-1139-2017 Scopus Author ID: 6507536515; 5) Оспанова Жанар Бесембаевна, кандидат химических наук, ассоциированный профессор ORCID https://orcid.org/0000-0003-3920-8100 Web of Science ResearcherID A-4551-2015

	Scopus Author ID: 14063536300 6) Ирмухаметова Галия Серикпаевна, кандидат химических наук, ассоциированный профессор ORCID 0000-0002-1264-7974, ResearcherID AF-1026-2019 Scopus Author ID 22979722000 7) Калдыбеков Даулет Болатович., PhD, ассоциированный профессор, и.о. профессора ORCID: 0000-0002-7191-5465 Researcher ID: F-1321-2014 Scopus Author ID: 55975396000 8) Ермухамбетова Баяна Бисеналиевна, кандидат химических наук ORCID 0000-0003-4950-0367 Scopus Author ID: 7801355509, 6507458589 8) Адильбекова Акбота Оразбакеевна, кандидат химических наук, ассоциированный профессор ORCID 0000-0001-6832-4771 Web of Science Researcher ID A-4615-2015 Scopus ID 56451071400 9) Мусабеков Нурлан Куанышбекович, кандидат химических наук ORCID ID: 0000-0001-7952-885 10) Кумаргалиева Салтанат Шораевна, кандидат химических наук, ассоциированный профессор ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3154-0849 Web of Science Researcher ID A-9701-2015 Scopus author ID: 57216740967 11) Тюсюпова Бахыт Баймуратовна, кандидат химических наук, ассоциированный профессор ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6149-2326 Web of Science Researcher ID A-5582-2015. Scopus author ID: 57210286932 12) Керимкулова Молдир Жадраевна, кандидат химических наук, ассоциированный профессор ORCID 0000-0002-4280-0300 Web of Science Researcher ID A-5755-2015 Scopus ID 55704437100 13) Ибраимова (Артыкова) Дана Мыкты-Кереевна кандидат химических наук, старший преодователь ORCID 0000-0002-1761-9745 Web of Science Researcher ID P-5645-2014 Scopus author ID: 57211599431. 58776253400 14) Есимова Орынкуль Арыкбековна, кандидат химических наук, ассоциированный профессор Scopus author ID: 56835702400 15) Ерлан Гулжан, PhD ORCID ID https://orcid.org/0000-0001-8770-9992 Scopus Author ID: 58036536000 16) Аманкелді Фариза Web of Science ResearcherID CDJ-2820-2022 Scopus author ID: 57000899497 17) Махаева Данеля, PhD

	ORCID: 0000-0003-1250-9587 Scopus Author ID: 57417199600; Researcher ID: E-9866-2016 18) Аликулов Адилет ORCID: 0000-0003-0380-0612 Scopus Author ID: 57208745138
Использование	Реализация программы позволит коммерциализовать полученные результаты и наладить производство практически важных ВМПАП, тем самым ликвидировать зависимость Республики Казахстан от импорта подобной продукции.
Приоритет в сравнении с реальными аналогами	Для многих практических целей ПАВ используются вместе с полимерами. Сочетание ПАВ и полимеров обеспечивает свойства, необходимые для специфических практических целей, таких как стабильность, реологические свойства дисперсных систем и т.п. Эта идея широко распространена в мире. Аналогичные исследования проводятся на кафедре высокомолекулярных соединений в МГУ им. М.В. Ломоносова, в Институте химических наук им. А.Б. Бектурова. Однако в этих исследованиях в основном рассматривается взаимодействие полимер-полимер и не уделяется достаточного внимания комплексам гидрофобизированных ПАВ с природными ВРП. Между тем именно сдвиг гидрофильно-липофильного баланса в сторону гидрофобности обеспечивает комплекс таких свойств, как высокая солюбилизирующая, адсорбционная и смачивающая способность ВМПАВ, что важно для практических целей. В Казахстане такие исследования ведутся, однако широкого распространения не нашли, прежде всего, из-за отсутствия производства собственных ПАВ и водорастворимых полимеров. В настоящей программе предполагается использование для создания композиционных ВМПАВ сырья, имеющегося в Казахстане: природных ПАВ и полимеров (продукты гидролиза кератинсодержащего сырья, лигнины, крахмал, карбоксиметилцеллюлоза и др.). ВМПАВ, обладая уникальными, не характерными для низкомолекулярных ПАВ свойствами, позволяют эффективно управлять многими технологическими процессами (например, флокуляционная очистка природных и сточных вод предприятий от тонкодисперсных взвесей, эмульгирование и деэмульгирование сырой нефти и т.д.) и природными явлениями (структурирование эрозионно-опасных почв). Традиционно ВМПАВ получают синтетическим способом – путем сополимеризации (или сополиконденсации) гидрофильных и олеофильных сомономеров, а также в результате полимераналогичных

	превращений. Однако, этот способ является многостадийным, достаточно трудоемким и дорогим. Принципиальное отличие идей программы от существующих аналогов заключается в использовании более дешевого и простого способа – создании композиции из ВРП и ПАВ. Образующиеся в результате ассоциации компонентов смеси – полимерные комплексы ПАВ – обладая новыми, не характерными исходным компонентам свойствами, ведут себя по существу как новые ВМПАВ, что существенно снижает себестоимость полученных ВМПАВ и упрощает их практическое использование.
Список публикаций с ссылками на них	1) Smyslov R.Y., Gorshkova Y.E., Nekrasova T.N., Makhayeva D.N., Mun G.A., Irmukhametova G.S., Khutoryanskiy V.V. Dynamic and structural insights into hydrogen-bonded interpolymer complexes of poly(2-alkyl-2-oxazolines) with poly(carboxylic acids) // J. Coll. Interface Sci. – 2025. – 699138185. Web of Science (Q1, IF=10,39); https://doi.org/10.1016/j.jcis.2025.138185 2) Турсынбетов М.Т., Тыныбекова А.К., Таттибаева Ж.А., Тажибаева С.М., Ибраимова Д.М-К., Лахбаева Ж.А., Мусабеков К.Б. Флокуляционная очистка воды промышленными флокулянтами // Горение и плазмохимия. – 2025, №4 (23), 457─465; https://doi.org/10.18321/cpc23(4)457-465 3) Esther Santamaría* , Akbota Adilbekova, Jonathan Miras, Carme Gonzalez, Alicia Maestro. Bigel formation through surfactant-free co-gelation-in-emulsion without thermal activation of the hydrogel: Expanding the toolbox for customizable, and food-grade fat replacers // Journal of Food Engineering. Volume 407, 2026, 112848 https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2025.112848 4) Есимова О.А., Құмарғалиева С.Ш., Мусабеков К.Б., Қонысбек А.Қ. Жантақ және түймешетен гидролаттарының коллоидтық-химиялық қасиеттері // Academic Journal of Physical and Chemical Sciences. – 2025. – Vol. 3.0, Number 335. – P. 182-192. https://doi.org/10.32014/2025.2518-1483.372 5) F.B. Amankeldi , Z.B. Ospanova , K.B. Musabekov and R. Miller History of Thermodynamic Models for the Adsorption of Surfactants at Liquid Interfaces //Eurasian Chem.-Technol. J. 27 (2025) 259–267 https://doi.org/10.18321/ectj1673 6) K. Musabekov, O. Yessimova, A. Yertayeva*, A. Adilbekova, M. Kerimkulova The Emulsifying Properties of Compositions Based on Stearic Acid and Sodium Carboxymethyl Cellulose Synthesized at the

	Interface of Vaseline Oil/Water Solution of KOH //Eurasian Chem.-Technol. J. 27 (2025) 251─258 https://doi.org/10.18321/ectj1672
Информация о патентах	1. Заключение о выдаче патента на полезную модель. Флокулянт, представляющий собой привитой сополимер на основе крахмала, (2-метакрилоилоксиэтил)триметил аммоний хлорида и N,N'-диметилакриламида / Мусабеков Куанышбек Битуович (KZ); Абдиев Калдибек Жамшаевич (KZ); Садыков Балтабай Балтабекович (KZ); Тажибаева Сагдат Медербековна (KZ); Кусаинова Гульсара Касымхановна (KZ); Тұрсынбетов Миржан Тельманұлы (KZ); Тюсюпова Бакыт Баймуратовна (KZ) 2. Заявка No 396435 - Патент на изобретение СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СОПОЛИМЕРА НА ОСНОВЕ КРАХМАЛА, ОБЛАДАЮЩЕГО ФЛОКУЛИРУЮЩИМ ДЕЙСТВИЕМ 3. ЗАЯВЛЕНИЕ о выдаче патента Республики Казахстан на полезную модель СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ