

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.320.04, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ" МИНИСТЕРСТВА
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело N _____

решение диссертационного совета от 19 декабря 2025 г. № 19

О присуждении Носовой Елене Николаевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Влияние реакций протонирования анионов слабых кислот на кинетику процесса биполярного электродиализа ацетат и карбонат содержащих растворов» по специальности 1.4.6. Электрохимия (химические науки) принята к защите 13 октября 2025 г., протокол № 13, диссертационным советом 24.2.320.04, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149, приказы о создании № 352/нк от 19.06.2014 г., об установлении полномочий №561/нк от 03.06.2021.

Соискатель Носова Елена Николаевна, 5 сентября 1997 года рождения, в 2019 г. окончила бакалавриат ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» по направлению подготовки 04.03.01 Химия, в 2021 г. – магистратуру ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» по направлению подготовки 04.04.01 – Химия, в 2025 г. – аспирантуру по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки (профиль 02.00.05 – Электрохимия) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет». В настоящий момент работает лаборантом кафедры физической химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Кубанский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертационная работа выполнена на кафедре физической химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Заболоцкий Виктор Иванович, доктор химических наук, профессор, профессор кафедры физической химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Официальные оппоненты:

Васильева Вера Ивановна – доктор химических наук, профессор, профессор кафедры аналитической химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет»;

Грушевенко Евгения Александровна – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории полимерных мембран федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» (г. Новочеркасск), в своем положительном отзыве, подписанном Липкиным Михаилом Семеновичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Химические технологии», указала, что диссертация Носовой Е.Н. соответствует паспорту научной специальности 1.4.6. Электрохимия, отвечает предъявляемым к кандидатским диссертациям требованиям, и соответствует пп. 9–11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г.

№ 842 (в действующей редакции), а её автор, Носова Елена Николаевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ по теме диссертации, из них 4 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ и индексируемых Scopus и Web of Science, а также 11 тезисов докладов в материалах международных и всероссийских научных конференций. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах в диссертации отсутствуют. В публикациях соискателя рассмотрены транспортные характеристики ионообменных мембран в растворах карбоновых кислот [Peculiarities of transport-structural parameters of ion-exchange membranes in solutions containing anions of carboxylic acids / S.S. Melnikov, D.G. Kolot, E.N. Nosova, V.I. Zabolotsky // Journal of Membrane Science. 2018. Vol. 557. P. 1 - 12.]; кинетическая модель биполярного электродиализа с двухкамерной элементарной ячейкой, описывающая конверсию ацетата натрия, и разделение смеси сильного и слабого электролита [Electrodialysis Desalination with Simultaneous pH Adjustment Using Bilayer and Bipolar Membranes, Modeling and Experiment / E.N. Nosova, A.R. Achoh, V.I. Zabolotsky, S.S. Melnikov // Membranes. 2022. Vol. 12., №. 11. P. 1102.]; влияние толщины камеры электродиализного аппарата на обессоливание раствора уксусной кислоты [Электропроводность гетерогенных ионообменных мембран в растворах моно-, ди- и трикарбоновых кислот и ее влияние на процесс электродиализа растворов, содержащих органические кислоты / С.С. Мельников, Е.Н. Носова, Д.Г. Колот, М.В. Шарафан // Сорбционные и хроматографические процессы. 2023. Т. 23. №. 5. С. 780-788]; особенности получения гидроксидов щелочных металлов из растворов угольной и серной кислот методом биполярного электродиализа [Исследование процесса получения гидроксида натрия из раствора карбоната натрия методом биполярного электродиализа / Е.Н. Носова, С.С. Мельников, Д.М. Мусатова, В.И. Заболоцкий // Мембраны и мембранные технологии. 2023. Т. 13. №5. С. 347-357.].

Основные результаты диссертационного исследования обсуждены на профильных конференциях международного и Всероссийского уровней. Анализ литературных данных, экспериментальная часть выполнены соискателем

самостоятельно, научная интерпретация результатов исследований проводилась совместно с научным руководителем. Все работы опубликованы в соавторстве, на все статьи по теме работы в тексте диссертации имеются ссылки.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы, все положительные, в ряде из них имеются замечания и вопросы по сравнению эффективности методов интенсификации (ведущая организация, официальный оппонент д-р. хим. наук Васильева В.И.); оценке процессов получения гидроксидов щелочных металлов (ведущая организация, официальный оппонент д-р. хим. наук Васильева В.И.); сравнению предлагаемых процессов с традиционными методами (ведущая организация); уточнению условий эксперимента (официальный оппонент д-р. хим. наук Васильева В.И.); отсутствию данных по чистоте целевого продукта с использованием фонового электролита и обоснованию термина «целевой продукт» (официальный оппонент канд. хим. наук Грушевенко Е.А.); выбору циркуляционного режима работы электродиализатора (ведущая организация); различию в содержании LiOH и NaOH в растворе щелочной камеры (официальный оппонент канд. хим. наук Грушевенко Е.А.); природе и оценке загрязнения щелочи (канд. физ.-мат. наук Терин Д.В.); статистической обработке данных (официальный оппонент д-р. хим. наук Васильева В.И., официальный оппонент канд. хим. наук Грушевенко Е.А.); формулировке положения научной новизны при изучении зависимости электропроводности мембран от их природы (официальный оппонент канд. хим. наук Грушевенко Е.А.); выбору сульфатов и карбонатов для целей практической значимости (официальный оппонент канд. хим. наук Грушевенко Е.А.); выделению целевого продукта из смеси с фоновым электролитом (канд. хим. наук Юрова П.А.); отсутствию аналитического решения математической задачи (д-р. хим. наук Кравченко Т.А.); расхождению между моделью и экспериментом на графике (канд. хим. наук Шмыглева Л.В.); оформлению диссертационной работы терминологического и стилистического характера (ведущая организация, официальный оппонент д-р. хим. наук Васильева В.И., официальный оппонент канд. хим. наук Грушевенко Е.А., д-р. хим. наук Кравченко Т.А., канд. хим. наук Шмыглева Л.В.).

Соискатель ответила на вопросы и замечания по диссертации и автореферату, сделанные ведущей организацией, официальными оппонентами и специалистами в данной области, привела собственную аргументацию в интерпретации полученных результатов, а также согласилась с рядом замечаний терминологического, стилистического и оформительского характера.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их высокой компетентностью в области мембранной электрохимии и наличием профильных публикаций в высокорейтинговых научных изданиях. Ведущая организация удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а также широко известна своими достижениями в области электрохимии, в ее состав входят ученые, являющиеся специалистами по темам, смежным с темой защищаемой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана кинетическая математическая модель биполярного электролиза, учитывающая конкурентный перенос ионов и химические реакции протонирования в объеме раствора;

предложен и экспериментально обоснован подход к разделению смесей сильных и слабых электролитов с использованием асимметричных биполярных мембран;

доказаны:

- достижимость 100%-й конверсии соли слабой кислоты в присутствии фонового электролита;
- возможность реализации разделения органических и неорганических ионов в системе с асимметричной биполярной мембраной;
- влияние химической реакции с удалением продукта на предельно достижимую концентрацию и выход по току при получении щелочей методом биполярного электролиза.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны:

- закономерности влияния реакций протонирования-депротонирования анионов на электротранспорт в мембранах и кинетику электродиализа;
- фундаментальная взаимосвязь между химическим равновесием в растворе и массопереносом через ионообменные мембраны;
- возможность прогнозирования и управления процессами мембранного разделения в многокомпонентных системах на основе разработанной математической модели;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методов исследования: кондуктометрия, вольтамперометрия, измерение диффузионной проницаемости, математическое моделирование для оценки достоверных данных о свойствах мембран и кинетике процессов;

изложены данные о концентрационной зависимости электропроводности гетерогенных ионообменных мембран в растворах карбоновых кислот, выявляющие вклад межгелевой и гелевой фаз в общую проводимость.

раскрыты факторы, ограничивающие эффективность процесса электродиализа растворов слабых электролитов и предложены пути их преодоления;

изучены закономерности процессов конверсии ацетата натрия, разделения органических и неорганических ионов в системе с асимметричной биполярной мембраной, получения гидроксидов щелочных металлов из солей угольной и серной кислот;

проведена модернизация представлений о:

- изменениях электропроводящих свойств гетерогенных ионообменных мембран, находящихся в равновесии с растворами карбоновых кислот;
- влиянии химической реакции в объеме камеры на рабочие характеристики биполярной мембраны и процесс в целом.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и апробированы на модельных растворах рекомендации по интенсификации электромембранных процессов: использованию фонового

электролита для полной конверсии, применению тонких камер для снижения энергозатрат, применению асимметричных биполярных мембран для реакционного разделения ионов;

определены оптимальные условия работы электродиализной системы, обеспечивающие высокую эффективность разделения ионных смесей типа хлорид/ацетат;

создана математическая модель переноса ионов в кислотной камере двухкамерного электродиализатора с биполярной мембраной, применяемая для расчёта установок по получению и выделению органических кислот из их солей методом электродиализа;

представлены результаты, демонстрирующие возможность существенного увеличения концентрации и чистоты получаемых щелочей при использовании в качестве сырья солей угольной кислоты.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с использованием современного сертифицированного и поверенного оборудования, методов статистической обработки, показана воспроизводимость результатов исследования;

теория и математическая модель основаны на фундаментальных законах переноса в ионных проводниках и химической кинетики;

идея базируется на обобщении и развитии современных представлений о химических реакциях, протекающих при электродиализной переработке растворов, содержащих органические соединения; использовано сопоставление авторских экспериментальных данных с результатами, полученными по разработанной математической модели, показавшее их качественное и количественное согласие;

использовано сравнение авторских данных с литературными, полученными ранее другими исследователями по рассматриваемой тематике;

установлено, что полученные в диссертационном исследовании результаты не противоречат данным, представленным в независимых источниках

по данной тематике, и согласуются с результатами, полученными в работах других авторов.

Личный вклад соискателя состоит в анализе литературных источников по теме работы, исследовании электропроводности, диффузионной проницаемости и вольтамперных характеристик ионообменных мембран в растворах хлорида и ацетата натрия, карбоновых кислот, электродиализных процессов конверсии ацетата натрия в уксусную кислоту, обессоливания уксусной кислоты, разделения смешанного раствора сильного и слабого электролита, получения щелочей из солей угольной и серной кислот. Постановка целей и задач исследования, интерпретация экспериментальных данных, формулирование выводов проведены совместно с научным руководителем, математическая модель разработана совместно с канд. хим. наук, доцентом кафедры физической химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» Мельниковым С.С., публикации по теме диссертации написаны в соавторстве.

В ходе защиты диссертации высказаны критические замечания по корректности утверждения о лимитирующей роли раствора в камере обессоливания только для уксусной кислоты (д-р. хим. наук Кононенко Н.А.); влиянию соотношения концентраций фонового электролита и целевого аниона на результаты процесса (д-р. хим. наук Шельдешов Н.В.); методике варьирования чисел переноса катионов натрия в предложенной модели (д-р. хим. наук Фалина И.В.); интерпретации различий в электропроводности мембран МК-40 и Ralex CM в растворах разных органических кислот (д-р. хим. наук Фалина И.В.); правомерности применения уравнений равновесной термодинамики для описания неравновесных мембранных процессов (д-р. хим. наук Буков Н.Н.); учёту поправки на активность в системах с фоновым электролитом (д-р. хим. наук Гусев А.Н.); корректности значения константы диссоциации угольной кислоты (д-р. хим. наук Гусев А.Н.); корректности термина «анионы слабых электролитов» (д-р. хим. наук Гусев А.Н.); критериям выбора слабых электролитов для исследования (д-р. хим. наук Доценко В.В.); рабочему диапазону концентраций для электродиализного аппарата (д-р. хим. наук Темердашев З.А.); определению научной новизны и личного вклада соискателя в

разработку метода разделения с использованием асимметричных биполярных мембран (д-р. хим. наук Никоненко В.В.).

Соискатель, Носова Елена Николаевна, ответила на критические замечания: прокомментировала выбор представленной формулировки; обосновала выбор соотношения концентраций и представила оценку возможного влияния его вариации; пояснила методику расчета чисел переноса и интерпретировала различия в поведении мембран для разных кислот; пояснила корректность применения равновесных констант в кинетической модели; подтвердила использование концентрационного приближения в модели; пояснила критерии выбора модельных кислот для выявления общих закономерностей; очертила рабочий диапазон концентраций для исследуемых процессов; сформулировала научную новизну, подчеркнув личный вклад в развитие метода. Соискатель согласилась с рядом конструктивных рекомендаций, касающихся детализации условий и терминологии.

На заседании 19 декабря 2025 г. диссертационный совет принял решение: за выполнение важной научной задачи в электрохимии – теоретическое и экспериментальное изучение электродиализных процессов, осложнённых протеканием химических реакций протонирования анионов слабых электролитов, присудить Носовой Елене Николаевне ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 9 докторов наук по специальности 1.4.6. Электрохимия, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



В.В. Никоненко

С.А. Шкирская
19.12.2025