

Протокол № 439
заседания диссертационного совета 24.2.288.04
от 21.12.2023

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 17 человек. Присутствовали на заседании 14 человек.

Председатель: д. хим. наук, профессор Введенский Александр Викторович

Присутствовали: д. хим. наук Введенский Александр Викторович, д. хим. наук Козадеров Олег Александрович, д. хим. наук Семенов Виктор Николаевич, к. хим. наук Хохлова Оксана Николаевна, д. хим. наук Бобрешова Ольга Владимировна, д. хим. наук Кравченко Тамара Александровна, д. хим. наук Бутырская Елена Васильевна, д. хим. наук Селеменев Владимир Федорович, д. хим. наук Хохлов Владимир Юрьевич, д. хим. наук Томина Елена Викторовна, д. хим. наук Козадерова Ольга Анатольевна, д. хим. наук Зарцын Илья Давидович, д. хим. наук Васильева Вера Ивановна, д. хим. наук Завражнов Александр Юрьевич.

Официальные оппоненты по диссертации:

Антипов Анатолий Евгеньевич - доктор химических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский центр научной информации», управление аналитического сопровождения проектов в сфере научно-технологического развития, начальник управления,

Золотухина Екатерина Викторовна - доктор химических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук, лаборатория электродных процессов в жидкостных системах, главный научный сотрудник,

Смирнова Нина Владимировна - доктор химических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», кафедра «Химические технологии», профессор.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, г. Москва – положительный отзыв получен.

Слушали:

Защиту диссертационной работы Шарафана Михаила Владимировича «Управление концентрационной поляризацией ионообменных мембран путем направленной химической и физической модификации поверхности» на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия.

Вопросы задали: д. хим. наук Зарцын И.Д., д. хим. наук Бобрешова О.В., д. хим. наук Кравченко Т.А., д. хим. наук Бутырская Е.В., д. хим. наук Хохлов В.Ю., д.

хим. наук Васильева В.И., д. хим. наук Козадерова О.А., д. хим. наук Козадеров О.А., д. хим. наук Введенский А.В.

В обсуждении диссертационной работы приняла участие: д. хим. наук Кравченко Т.А., д. хим. наук Васильева В.И., д. хим. наук Бобрешова О.В., д. хим. наук Введенский А.В.

Постановили:

На основании протокола № 1 счетной комиссии считать, что диссертация Шарафана Михаила Владимировича отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени доктора химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия.

Результаты голосования: 14 – «за»; «против» – нет; недействительных бюллетеней – нет.

По результатам обсуждения работы принято следующее **заключение:**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.288.04, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 21.12.2023 г. № 439

О присуждении Шарафану Михаилу Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора химических наук.

Диссертация «Управление концентрационной поляризацией ионообменных мембран путем направленной химической и физической модификации поверхности» по специальности 1.4.6. Электрохимия принята к защите 14.09.2023 г. (протокол заседания № 436) диссертационным советом 24.2.288.04, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 394018, г. Воронеж, Университетская площадь, 1, приказ Минобрнауки России об открытии № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Шарафан Михаил Владимирович, 16 марта 1980 года рождения работает проректором по научной работе и инновациям и доцентом кафедры физической химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В 2003 году соискатель окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный университет». В 2006 году окончил аспирантуру государственного

образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кубанский государственный университет».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук «Механизм транспорта ионов и диссоциации воды в мембранных системах с вращающимся мембранным диском» защитил в 2006 году в диссертационном совете, созданном на базе государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кубанский государственный университет».

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

Научный консультант – доктор химических наук, профессор Никоненко Виктор Васильевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет», кафедра физической химии, профессор.

Официальные оппоненты:

Антипов Анатолий Евгеньевич - доктор химических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский центр научной информации», управление аналитического сопровождения проектов в сфере научно-технологического развития, начальник управления,

Золотухина Екатерина Викторовна - доктор химических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук, лаборатория электродных процессов в жидкостных системах, главный научный сотрудник,

Смирнова Нина Владимировна - доктор химических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», кафедра «Химические технологии», профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, г. Москва в своём положительном отзыве, подписанном Стениной Ириной Александровной, доктором химических наук, профессором РАН, ведущим научным сотрудником лаборатории ионики функциональных материалов указала, что диссертация М.В. Шарафана представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором самостоятельно на высоком научном уровне, в которой решена актуальная научная проблема мембранной электрохимии, связанная с повышением эффективности массопереноса в ЭМС и установлением общих закономерностей развития концентрационной поляризации и сопряженных с ней эффектов в процессах обессоливания, разделения и концентрирования, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие практического применения мембранных технологий страны. Диссертация отвечает требованиям пп. 9-11, 13-14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (со всеми последующими изменениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Шарафан Михаил Владимирович

заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия.

Соискатель имеет 70 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 50 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 30 работ. Получено 9 патентов РФ, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Результаты исследования прошли апробацию на 22 научных конференциях международного и Всероссийского уровней. Работы посвящены исследованиям закономерностей транспорта ионов и молекул в сложных электромембранных системах, а также явлений, возникающих на межфазных границах под действием электрического поля с использованием метода вращающегося мембранного диска; изучению закономерностей электропереноса в системах с анионообменными мембранами, модифицированными сильным бифункциональным полиэлектролитным комплексом; изучению транспортных характеристик коммерческих анионообменных мембран известных зарубежных производителей, а также анализ соотношения «структура-свойства» с помощью микрогетерогенной модели, оптимизации условий проведения процесса электродиализного концентрирования конденсата сокового пара аммиачной селитры с использованием гетерогенных ионообменных мембран, включая модифицированные; установлению основных закономерностей развития электроконвекции и выявлению особенностей ее влияния на концентрационную поляризацию в процессе электродиализного кондиционирования вина и др.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Авторский вклад составляет 75%, общий объем научных изданий по теме диссертации – 50,06 п.л.

Наиболее значимые работы:

1. **Sharafan M.**, Zabolotsky V. Study of electric mass transfer peculiarities in electromembrane systems by the rotating membrane disk method // *Desalination*. – 2014. – Vol. 343. – P. 194-197. **(Q-1)**

2. Melnikov S., Loza S., **Sharafan M.**, Zabolotskiy V. Electrodialysis treatment of secondary steam condensate obtained during production of ammonium nitrate. Technical and economic analysis // *Separation and Purification Technology*. – 2016. – Vol. 157. – P. 179-191. **(Q-1)**

3. Kozmai A., Sarapulova V., **Sharafan M.**, Pismenskaya N., Nikonenko V., Melkonian K., Rusinova T., Kozmai Y., Dammak L. Electrochemical Impedance Spectroscopy of Anion-Exchange Membrane AMX-Sb Fouled by Red Wine Components // *Membranes*. – 2021. – Vol. 11, № 1. – P. 2. **(Q-1)**

4. Sarapulova V., Pismenskaya N., Titorova V., **Sharafan M.**, Nikonenko V., Wang Y., Xu T., Zhang Y. Transport Characteristics of CJMAED™ Homogeneous Anion Exchange Membranes in Sodium Chloride and Sodium Sulfate Solutions // *International journal of Molecular Sciences*. – 2021. – Vol. 22, № 3. – P. 1415 **(Q-1)**.

5. Rybalkina O.A., **Sharafan M.V.**, Nikonenko V.V., Pismenskaya N.D. Two mechanisms of H⁺/OH⁻ ion generation in anion-exchange membrane systems with polybasic acid salt solutions // *Journal of Membrane Science*. – 2022. – Vol. 651. – art. no. 120449. **(Q-1)**

6. Butylskii D.Y., Troitskiy V.A., **Sharafan M.V.**, Pismenskaya N.D., Nikonenko V.V. Scaling-resistant anion-exchange membrane prepared by in situ modification with a

bifunctional polymer containing quaternary amino groups // Desalination. – 2022. – Vol. 537. – art. no. 115821. (Q-1)

7. Butylskii D.Y., Troitskiy V.A., Ponomar M.A., Moroz I.A., Sabbatovskiy K.G., **Sharafan M.V.** Efficient Anion-Exchange Membranes with Anti-Scaling Properties Obtained by Surface Modification of Commercial Membranes Using a Polyquaternium-22 // Membranes. –2022. – Vol. 12, № 11. – P. 1065. (Q-1)

На автореферат поступило 8 отзывов, все положительные, в них отмечена актуальность темы, научная новизна и практическая значимость работы, в ряде из них имеются замечания и вопросы.

В отзыве **Алексеенко А.А.**, кандидата химических наук, ведущего научного сотрудника и **Гутермана В.Е.**, доктора химических наук, главного научного сотрудника химического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» имеется замечание: в автореферате на стр. 30 приведены результаты исследования ионообменных мембран с профилированной поверхностью, однако отсутствует описание методики получения таких мембран.

В отзыве **Волкова В.В.**, доктора химических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории «Полимерных мембран» федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук к тексту автореферата имеется вопрос – из автореферата не ясно, чем обусловлен выбор в качестве объектов исследования гомогенной анионообменной мембраны и двух её образцов, полученных после выдерживания этой мембраны в вине 10 часов и 72 часа?

В отзыве **Гуц А.К.**, доктора физико-математических наук, профессора, ведущего научного сотрудника лаборатории геологии и природных процессов федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр Российской Академии наук» подчеркивается значимость полученных в диссертационной работе результатов, замечания и вопросы отсутствуют.

В отзыве **Кардаш М.М.**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» Энгельсского технологического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.» к недостаткам автореферата относится следующее: на рис. 11 автореферата приводится вольтамперная характеристика анионообменной мембраны в растворе фосфата натрия, имеющая специфический изгиб после достижения предельной плотности тока, утверждается, что причина такой особенности является отрицательное дифференциальное сопротивление системы в указанном интервале токов. Автор поясняет, что снижение сопротивления системы с ростом плотности тока вызвано появлением в обеднённом диффузионном слое достаточно большого количества ионов H^+ . Однако оценка этого количества не приводится, что ставит под сомнение данное объяснение.

В отзыве **Лазарева С.И.**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» имеется замечание, касающееся зависимости коэффициента специфической селективной проницаемости от плотности тока. На

экспериментальной зависимости $P_{1/2}$ от тока (Рисунок 20) отсутствует максимум, предсказываемый используемой математической моделью (Рисунок 21).

В отзыве **Нифталиева С.И.-О.**, доктора химических наук, профессора, заведующего кафедрой неорганической химии и химической технологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» к тексту автореферата имеются вопросы: на рис. 24 (стр. 36) представлены суммарные затраты на процесс электродиализного концентрирования аммиачной селитры, однако нет информации о вкладах капитальных и эксплуатационных затрат в эту суммарную величину; неясно, чем обусловлено различие в значениях предельной плотности тока, рассчитанной теоретически и найденной экспериментально (рис. 11, стр. 25).

В отзыве **Рыжкова И.И.**, доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Обособленное подразделение – Институт вычислительного моделирования СО РАН в качестве рекомендации отмечено, что необходимо обратить внимание на изменение свойств поверхности и доступности групп при модификации мембран МФ-4СК тетраэтоксисиланом. Также в отзыве отмечается, что из текста автореферата не совсем понятно, насколько модификация мембран полиэлектролитными комплексами влияет на их химическую стабильность.

В отзыве **Соболева В.Д.**, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего лабораторией и **Саббатовского К.Г.**, кандидата химических наук, старшего научного сотрудника лаборатории тонких слоев жидкостей Института физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук отмечается, что, как указывает сам автор, некоторые оценки делаются из предположения о наличии полностью истощенной области на границе раствор/мембрана – слой Шоттки и в случае монополярных ионообменных мембран, как правило, не достигается.

Замечания носят частный дискуссионный характер и не снижают общую положительную оценку работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана система физико-химической характеристики ионообменных мембран, позволяющая количественно оценить вклад концентрационной поляризации в процессах электродиализного обессоливания, концентрирования и разделения;

предложены и верифицированы уравнения для расчета трех возможных предельных плотностей тока в электромембранных системах с анионообменными мембранами в растворах солей многоосновных кислот и впервые показано, что третья предельная плотность тока достигается в электромембранных системах с раствором цитрата натрия, но отсутствует в системе с фосфатом натрия, в которой каталитическая диссоциация воды начинается при меньших скачках потенциала;

определены основные параметры управления конкурентным переносом ионов в случае, когда перенос многозарядных ионов замедляется в следствие формирования тонкого слоя, заряд которого противоположен заряду фиксированных групп мембраны-подложки. Показана возможность варьирования коэффициента специфической селективной проницаемости посредством изменения толщины и числа модифицирующих слоев мембраны;

введено представление о том, что стадией, определяющей селективность переноса через двухслойную мембрану, является перенос через слой, имеющий наибольшее дифференциальное сопротивление;

представлены результаты оценки селективности многослойных ионообменных мембран в тернарных растворах сильных электролитов;

доказано на основе данных экспериментального исследования с вращающимся мембранным диском и математического моделирования, что профилирование поверхности ионообменных мембран позволяет более чем в два раза увеличить перенос ионов соли в сверхпредельных токовых режимах за счет более интенсивного развития электроконвекции. Последнее в свою очередь приводит к подавлению каталитической диссоциации воды в системе с такими мембранами.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Доказан антагонистический характер развития электроконвекции и каталитической диссоциации воды при электродиализе растворов в сверхпредельных токовых режимах: модификация поверхности мембраны, вызывающая рост электроконвекции, приводит к снижению вклада каталитической диссоциации воды, и наоборот, создание условий для роста скорости диссоциации воды (за счет увеличения каталитической активности ионогенных групп) вызывает снижение интенсивности электроконвекции при фиксированной плотности тока. Развитие электроконвекции приводит к перемешиванию примембранного раствора, что устраняет причину («движущую силу») каталитической диссоциации воды – относительно низкую концентрацию ионов соли вблизи мембраны. Рост каталитической диссоциации воды подавляет электроконвекцию, так как снижает пространственный электрический заряд обедненного раствора;

изложены общие закономерности и особенности развития концентрационной поляризации в электромембранных системах: в процессе обессоливания она приводит к явлениям электроконвекции и генерации ионов водорода и гидроксидов; в процессах разделения вызывает смену стадии переноса, контролирующей селективность; в процессах концентрирования может быть причиной изменения рН обессоливаемого и концентрируемого растворов;

раскрыта природа лимитирующих стадий переноса анионов слабой кислоты через катионообменную мембрану при электродиализе. С помощью разработанного измерительного комплекса с вращающимся мембранным диском выявлены условия, при которых скорость массопереноса определяется диффузионной доставкой молекул кислоты к поверхности мембраны, а также режимы, при которых лимитирующей стадией является замедленная гомогенная химическая реакция – диссоциация молекул кислоты у поверхности мембраны;

изучены селективность электродиализного разделения ионов и скорость генерации ионов H^+ и OH^- (в асимметричных биполярных мембранах) с применением многослойных мембран. Данные характеристики электромембранных процессов определяются локализацией стадии, контролирующей перенос ионов в

обедненном слое раствора (как в случае однослойных мембран), модифицирующем слое двухслойной мембраны либо на биполярной границе асимметричной биполярной мембраны.

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

разработаны подходы к управлению концентрационной поляризацией с целью снижения нежелательных сопутствующих эффектов в процессах электродиализного обессоливания, разделения и концентрирования. Показано, что различие особенностей этого явления в указанных процессах обуславливает дифференциацию в способах модификации поверхности мембран. При электродиализном обессоливании эффективной оказывается модификация, приводящая к интенсификации электроконвекции, тогда как при разделении необходимо оптимизировать сопротивление модифицирующего слоя в отношении одно- и многозарядных противоионов;

создан и запатентован измерительный комплекс с вращающимся мембранным диском для электрохимической характеристики ионообменных мембран на основе регистрации вольтамперных характеристик, хронопотенциограмм, спектров электрохимического импеданса, индуцированных протеканием тока изменений рН раствора, электросопротивления мембран, а также парциальных токов и чисел переноса ионов;

представлены перспективы практического использования перфторированных мембран МФ-4СК, модифицированных тетраэтоксисиланом, выполняющим роль «сшивающего» агента, в процессах предельного электродиализного концентрирования растворов; результаты испытаний и технология получения таких композитных мембран переданы в ООО «Краснодарский компрессорный завод»;

определены условия проведения процесса электродиализного концентрирования конденсата сокового пара аммиачной селитры с использованием гетерогенных ионообменных мембран, в том числе отечественного производства. Показано, что в области умеренных концентраций рабочего раствора для ослабления нежелательных эффектов концентрационной поляризации ионообменных мембран целесообразно проводить процесс концентрирования при плотностях тока ниже половины предельной плотности тока;

установлена целесообразность внедрения в производственный процесс технологической схемы переработки конденсата сокового пара аммиачной селитры, состоящей из электродиализных модулей с применением полученных профилированных высокоосновных анионообменных мембран для глубокой деминерализации и концентрирования растворов конденсата на предприятии АО «Невинномысский Азот»;

разработанные в диссертационной работе экспериментальные и теоретические подходы химической и физической модификации поверхности ионообменных мембран изучаются в рамках лекционных модулей студентами магистратуры (направление подготовки: 04.04.01) кафедры физической химии факультета химии и высоких технологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с использованием современного сертифицированного и поверенного оборудования, включая разработанный и запатентованный автором диссертационной работы измерительный комплекс с вращающимся мембранным диском, дополняющие друг

друга для более полной электрохимической характеристики исследуемых ионообменных мембран; показана высокая воспроизводимость результатов исследования;

теория основана на известных подходах, ставших классическими в области электрохимии мембран, наряду с разработанными автором диссертации методами, которые взаимно дополняют друг друга при исследовании концентрационной поляризации и сопряженных с ней эффектов в электромембранных системах с коммерческими и модифицированными ионообменными мембранами в растворах электролитов различной природы;

идея базируется на обобщении передового опыта исследования массопереноса сильных и слабых электролитов в электромембранных системах; установлении закономерностей развития концентрационной поляризации; формировании научных основ управления этим явлением путем направленной химической и физической модификации поверхности ионообменных мембран для повышения эффективности процессов обессоливания, разделения и концентрирования;

использовано сравнение авторских данных с литературными, полученными ранее другими исследователями по тематике электромембранного обессоливания, разделения и концентрирования веществ;

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 определении цели и задач исследования, постановке и реализации эксперимента, обработке полученных результатов, интерпретации полученных данных и их теоретической верификации с помощью математического моделирования; в разработке системы физико-химической характеристики ионообменных мембран; в совершенствовании экспериментальной базы для получения новых знаний о транспорте ионов и молекул в сложных электромембранных системах, в части разработки измерительного комплекса с вращающимся мембранным диском; в разработке способов химического и физического модифицирования поверхности и объема гомогенных и гетерогенных ионообменных мембран с целью повышения эффективности процессов обессоливания, разделения и концентрирования; в определении лимитирующей стадии переноса анионов слабой кислоты через катионообменную мембрану при электродиализе; в разработке теоретических основ управления конкурентным переносом ионов в случае, когда перенос многозарядных ионов контролируется тонким слоем, заряд которого противоположен заряду функциональных групп мембраны-подложки; в формулировке выводов диссертационной работы и апробации результатов исследования на международных и всероссийских конференциях и симпозиумах; в подготовке научных публикаций и патентов в соавторстве.

В диссертации Шарафана М.В. отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. Соискатель Шарафан М.В. ответил на задаваемые ему вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 21 декабря 2023 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной проблемы в области электрохимии мембран, связанной с формированием обобщенных представлений о закономерностях концентрационной поляризации и сопряженных с ней эффектов в процессах обессоливания, разделения и концентрирования веществ, управление которыми способствует повышению эффективного массопереноса в электромембранных системах, что вносит значительный вклад в развитие практического применения мембранных технологий, присудить Шарафану М.В. ученую степень доктора химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 14, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

21.12.2023



Александр Викторович Введенский

Оксана Николаевна Хохлова