

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Бондарева Дениса Александровича «Модифицированные и бислойные мембраны с функциональными группами на основе гетероциклических аммониевых оснований: получение, электрохимические характеристики и стабильность», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия.

Диссертационная работа Бондарева Д.А. посвящена актуальной проблеме мембранной электрохимии, заключающейся в необходимости повышения электрохимической стабильности промышленно производимых анионообменных мембран. Низкая стабильность анионообменных материалов существенно ограничивает внедрение высокоинтенсивного электродиализа в промышленные процессы переработки технологических растворов. Для решения поставленной задачи Бондарев Д.А. провел систематическое исследование факторов влияющих на стабильность анионообменных мембран и исследовал возможность применения полиэлектролитов на основе гетероциклических аммониевых оснований в качестве модификаторов для повышения электрохимической стабильности коммерческих анионообменных мембран. Для детального анализа эффективности разработанных полиэлектролитов соискатель использовал широкий комплекс физических и физико-химических методов исследования структуры полученных соединений и электрохимических характеристик модифицированных мембран. Синтезированные полиэлектролиты использовались как для модификации промышленно производимых анионообменных мембран с целью повышения их электрохимической стабильности, так и для получения новых асимметричных биполярных и бислойных мембран с высокой селективностью к однозарядным катионам металлов.

В ходе выполнения диссертационного исследования Бондарев Д.А. синтезировал новый сополимер с анионообменными функциональными группами, обладающими повышенной устойчивостью в щелочных средах, получил гомогенную анионообменную мембрану на их основе и изучил процесс деградации данного сополимера. Полученная гомогенная анионообменная мембрана обладает высокими эксплуатационными характеристиками на уровне коммерчески доступных образцов зарубежного производства, которые отличаются высокой стоимостью. Результаты

диссертационной работы Бондарева Д.А. имеют определённое фундаментальное и ярко выраженное прикладное значение.

Проведенные исследования актуальны и соответствуют Энергетической стратегии РФ на период до 2035 года (Распоряжение Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р), предусматривающей переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике. Результаты работы Дениса Александровича были использованы при выполнении грантов РФФИ № 16-48-230364 р\_а, Министерством науки и высшего образования РФ, государственное задание № 10.3091.2017/ПЧ, а также Фонда содействия инновациям (У.М.Н.И.К., проект № У-78567).

За время работы по теме диссертации Бондарев Д.А. развил навыки научно-исследовательской работы, проявил способности в самостоятельном решении теоретических и практических задач в области электрохимии и мембранного материаловедения. Бондарев Д.А. является зрелым, квалифицированным исследователем, способным к самостоятельной постановке задач и определению путей и способов их решения; имеет высокую квалификацию в области экспериментальной и теоретической электрохимии, физико-химических методов исследования, владеет современной методологией проведения эксперимента.

Основные результаты проведенных исследований опубликованы в 11 работах, из которых 5 – в изданиях, входящих в Перечень ВАК РФ, также Бондаревым Д.А. получено два патента РФ на полезную модель.

Считаю, что диссертационная работа «Модифицированные и бислойные мембраны с функциональными группами на основе гетероциклических аммониевых оснований: получение, электрохимические характеристики и стабильность» представляет собой завершённое научное исследование и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук, а Бондарев Д.А. заслуживает присуждения искомой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия.

Научный руководитель,  
доктор химических наук, профессор,  
профессор кафедры физической химии  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный  
университет»

04.10.2022



Виктор Иванович Заболоцкий