

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Вурдовой Надежды Георгиевны **«Совершенствование мембранных и сорбционных технологий в водообороте крупных предприятий на основе эколого-экономической сбалансированности»**, представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности **2.10.2 «Экологическая безопасность»**

Диссертационное исследование Вурдовой Н.Г. посвящено решению актуальной задачи — оптимизации водопользования в нефтехимической промышленности посредством внедрения замкнутых водооборотных систем с использованием современных мембранных и сорбционных методов. Работа носит междисциплинарный характер, объединяя подходы экологии, химической технологии и экономики, что соответствует принципам устойчивого развития промышленности.

Тема диссертации актуальна в контексте реализации национальных проектов («Экология», «Экологическое благополучие») и федеральных программ («Оздоровление Волги», «Внедрение НДТ»). Автор обосновал необходимость перехода на технологии «нулевого сброса» (ZLD) в условиях ужесточения экологических требований (например, ИТС 8-2022) и дефицита водных ресурсов. Исследование соответствует положениям Федерального закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и Стратегии научно-технологического развития РФ, ориентирующей на ресурсосбережение и импортозамещение.

Научная новизна работы включает следующие положения:

- разработку принципа эколого-экономической сбалансированности (ПЭЭС), интегрирующего оценку капитальных затрат и предотвращенного экологического ущерба при выборе технологий водоочистки;
- выявление закономерностей массопереноса при импульсном электродиализе, позволивших снизить энергопотребление в 1,2-2,4 раза за счет минимизации поляризации мембран.
- доказательство эффективности природных дисперсных кремнеземов (опок) как сорбентов, экономически выгодных (стоимость ниже в 20 раз) по сравнению с активированным углем при сопоставимой сорбционной емкости.

Практическая значимость работы подтверждается внедрением разработанных технологий на предприятиях ПАО «Газпром», ПАО «Лукойл», ООО «ЗапСибНефтехим» и др. Автором разработаны технические условия для отечественного оборудования «UniRain» и «UniDEF», выпускаемого АО «ГМС Нефтемаш» и ООО «ЮниЭкоПром», что способствует импортозамещению в сфере экологического машиностроения. Диссертантом созданы методики оценки экологических рисков и оптимизации инвестиций, применяемые при проектировании водоочистных систем. Результаты работы защищены 6 патентами РФ.



Достоверность результатов обеспечена применением современных методов исследований, таких как: спектрофотометрия, электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ, верификацией результатов химических анализов в аккредитованных лабораториях. Выполнена статистическая обработка данных (коэффициент детерминации  $R^2 = 0,88-0,95$ ). Апробация предложенных технологий осуществлена на реальных объектах нефтехимической отрасли

Работа структурирована логично, содержит детальный анализ выполненного исследования (108 таблиц, 101 рисунок), имеет обширный список использованной литературы (522 источника); автором выполнена апробация на десятках научных и международных конференциях; основные материалы диссертации опубликованы в 67 публикациях, включая 23 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки РФ, из них 7 статей в рецензируемых журналах, входящих в международные базы цитирования Web of Science, Scopus, CA(pt).

#### Замечания к автореферату.

1. В автореферате указано о разработанном комплексе критериев оценки технологий и оборудования, предназначенных для организации замкнутых водооборотных систем, но не представлена в явном виде методика отбора. Будет ли она опираться только на эмпирические оценки или разработаны интегральные показатели?

2. Первым пунктом научной новизны и выводов является система развития водного хозяйства промышленных предприятий с большой водоемкостью..., а в положениях, выносимых на защиту, и выводах – концепция совершенствования водохозяйственной системы предприятий нефтехимического комплекса. Следовало бы привести в соответствие положения научной новизны, положения, выносимые на защиту, и выводы.

3. Пункт 4 научной новизны «Теоретически и экспериментально подтверждены закономерности электродиализного метода очистки сточных вод с использованием импульсного электрического тока..» видимо должен быть сформулирован следующим образом «Теоретически **получены** и экспериментально подтверждены закономерности электродиализного метода очистки сточных вод с использованием импульсного электрического тока».

Указанные замечания не влияют на обоснованность защищаемых положений и положительную оценку работы.

Диссертация Вурдовой Н.Г. является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований, решена научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение, касающееся совершенствования технологий для комплексного использования и охраны водных ресурсов и повышения экологической безопасности промышленных предприятий.

Исходя из содержания автореферата, можно заключить, что диссертационная работа «Совершенствование мембранных и сорбционных технологий в



водообороте крупных предприятий на основе эколого-экономической сбалансированности», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, соответствует требованиям Положения о порядке присуждений ученых степеней в НИТУ «МИСИС», соответствует п.п.3, 10, 11 паспорта специальности 2.10.2 «Экологическая безопасность», содержит все необходимые элементы, присущие докторским диссертациям. Автор диссертационной работы Вурдова Надежда Георгиевна достойна присуждения степени доктора технических наук по специальности 2.10.2 - «Экологическая безопасность».

Заведующий кафедрой пожарной безопасности и водопользования государственного бюджетного образовательного учреждения Астраханской области «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», д.т.н., профессор.

05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ,

05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления  
должность, научная специальность

«31» марта 2025 г.  
Дата



О.М. Шиккульская  
ФИО

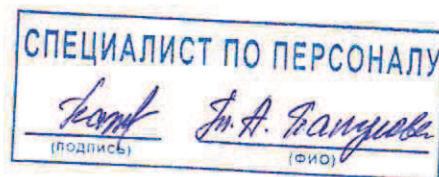
Я, Шиккульская Ольга Михайловна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



/ Шиккульская Ольга Михайловна /



Подпись профессора Шиккульской О.М. заверяю



Адрес организации: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18

Телефон: +7 (8512) 49-42-15, +7 (927) 559-14-74

E-mail: [shikul@mail.ru](mailto:shikul@mail.ru)