

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Вурдовой Надежды Георгиевны
на тему: «Совершенствование мембранных и сорбционных технологий в
водообороте крупных предприятий на основе принципа эколого-
экономической сбалансированности», представленной на соискание ученой
степени доктора технических наук по специальности – 2.10.2 «Экологическая
безопасность» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 20 июня 2025 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ
МИСИС 10 марта 2025 г., протокол № 27.

Научный консультант – Куликова Елена Юрьевна, доктор технических
наук, профессор, заведующая кафедрой экологической и промышленной
безопасности ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический
университет».

На момент утверждения научным консультантом Куликова Е.Ю.
являлась профессором кафедр «Строительство подземных сооружений и
горных предприятий», «Безопасность и экология горного производства НИТУ
МИСИС».

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ
МИСИС (протокол № 27 от 10 марта 2025 г.) в составе:

1. Овчинникова Татьяна Игоревна – д.т.н., заведующая кафедрой
техносферной безопасности НИТУ МИСИС – председатель комиссии.

2. Коликов Константин Сергеевич – д.т.н., заведующий кафедрой
безопасности и экологии горного производства НИТУ МИСИС.

3. Политаева Наталья Анатольевна – д.т.н., профессор Высшей школы
гидротехнического и энергетического строительства, инженерно-
строительного института ФГАО ВО «Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого».

4. Равичев Леонид Владимирович – д.т.н., заведующий кафедрой
процессов и аппаратов химической технологии ФГБОУ ВО «Российский
химико-технологический университет имени Д.И.Менделеева».

5. Сироткин Александр Семенович – д.т.н., директор института пищевых
производств и биотехнологии, заведующий кафедрой промышленной
биотехнологии ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет».

6. Харламова Татьяна Андреевна – д.т.н., профессор кафедры
теоретической и прикладной химии ФГАОУ ВО «Государственный
университет просвещения».

7. Первов Алексей Германович – д.т.н., профессор кафедры
водоснабжения и водоотведения ФГБОУ ВО «Национальный

исследовательский Московский государственный строительный университет».

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», г. Москва.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- впервые разработана система развития водного хозяйства промышленных предприятий с большой водоемкостью, основанная на комплексной оценке эффективности использования воды и утилизации образующихся отходов, что позволяет организовать ЗВС; на основе принципа эколого-экономической сбалансированности разработаны критерии оценки технологий и оборудования, применяемых для очистки сточных вод в крупнотоннажных системах.

- обосновано применение перспективных технологий, для организации крупных водооборотных систем предприятий нефтехимического комплекса для осуществления перехода на принципы НДТ, при которых процент использования воды в обороте увеличивается до 90%.

- на основании структурной оценки исследований химического состава микроструктуры и текстуры опок и физико-химических свойств обоснована и экспериментально подтверждена возможность и целесообразность использования опоки взамен традиционных фильтрующих и сорбционных материалов; установлены общие закономерности, влияющие на технологические показатели сорбционной очистки сточных вод; полученный сорбент в 20 раз дешевле АУ, и обладает достаточной высокой сорбционной емкостью, что позволяет в 2-3 раза чаще производить его замену, при этом научно обоснована технология получения из отработанного сорбента вторичного материального ресурса с позиции показателя степени опасности, т.е. снизить класс опасности литификата с третьего до четвертого.

- теоретически и экспериментально подтверждены закономерности электродиализного метода очистки сточных вод с использованием импульсного электрического тока. Впервые установлено, что использование импульсного униполярного электрического тока плотностью 5-15 мА/см², частотой 500±20 Гц, скважностью импульсов 2, позволяет более, чем в 2 раза снизить энергозатраты на деминерализацию и в 1,2-1,5 раза увеличить скорость массообмена. Показана возможность регулирования явлений электроконвекции, кислотной диссоциации и подавления генерации ионов

водорода и гидроксила. Впервые предложен механизм массопереноса, лежащий в основе преимуществ использования импульсного электрического тока, таких как, уменьшение поляризации мембран, снижение образования отложений на мембранах.

Научное значение работы заключается в обосновании критериев оценки технологий и оборудования на основе принципа эколого-экономической сбалансированности с определением достигаемых технологических показателей очистки сточных вод в крупнотоннажных системах; совершенствовании мембранных и сорбционных технологий очистки воды для максимального повторного использования; разработке механизмов оптимизации инвестиций при проектировании и строительстве водоочистных сооружений.

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

- на основе полученных данных была усовершенствована технология доочистки производственных сточных вод с использованием опоки. Выполнены расчеты промышленных фильтров с двухслойной загрузкой. Применение опоки в качестве фильтрующего материала вместо песка позволило уменьшить объем промывной воды и частоту промывок, уменьшить типоразмер промывных насосов, что повлияло на энергоэффективность станции в целом. Из отработанного фильтрующего и сорбционного материала получен вторичный материальный ресурс вместо отхода III класса опасности;

- обоснованы технологические и конструктивные параметры промышленных электродиализаторов в крупнотоннажных водооборотных системах. Это решение позволяет снизить затрат электроэнергии в 1,2-2,4 раза и увеличивает обменную производительность мембраны в 2 раза по сравнению с использованием постоянного электрического тока;

- на примере трех предприятий нефтехимического комплекса (ООО «ЗапСибНефтехим», ООО «НГХК», НПЗ ЮАО) показана эффективность применения опоки, как с позиции рационального природопользования, так и с экономической;

- разработана методика выбора оптимальных решений на ранних стадиях подготовки к модернизации, реконструкции или новому строительству водоочистных сооружений, базирующаяся на системе оценок экологических рисков, капитальных и эксплуатационных затрат и позволяющая выбрать проект с приемлемой эффективностью;

- подготовлены и реализованы проекты модернизации, реконструкции и строительства водоочистных сооружений промышленных предприятий, основанные на концептуальном подходе к обоснованию инвестиций,

разработанных методиках эколого-экономических расчетов, которые позволяют оптимизировать проектные решения на начальной стадии с поэтапным внедрением. По ряду проектов получено положительное заключение государственной экспертизы проектной документации. Резюме проектов приведено в работе в Приложении Б;

- разработанные технические и технологические решения по очистке сточных вод защищены 6 патентами. На их основе разработаны и внедрены технологии и технические устройства: ТУ 3859-002-44487397-2005 «Блочно-модульная установка «UniRain»; ТУ 3859-001-44487397-2005 «Блочно-модульная установка «UniDEF»; ТУ 28.2912-097-00137182-2022 «Установки водоподготовки»; ТУ 28.2912-098-00137182-2022 «Установки очистки сточных вод».

- на основании результатов работы освоен серийный выпуск экологического оборудования предприятиями машиностроения АО «ГМС Нефтемаш», ООО «ЮниЭкоПром».

- оценка достоверности результатов исследования выявила: научные результаты выполненной работы обладают высокой степенью достоверности, что обеспечивается использованием общепризнанных экспериментальных методик и метрологических характеристик поверенных средств измерения, а также статистической обработкой результатов измерений. Отдельные результаты физико-химического анализа получены в аккредитованных испытательных лабораториях (центрах). Результаты исследования подтверждаются сходимостью аналитических, лабораторных, пилотных испытаний, а также получением положительных заключений и согласований уполномоченных организаций по разработанным техническим условиям, технологическим регламентам, проектной документации.

Личный вклад соискателя состоит в: постановке цели и задач исследования; разработке теоретических положений, изложенных в диссертации; непосредственном участии в планировании, проведении экспериментальных исследований, обработке и анализе их результатов; в разработке теоретических и модельных исследований и их применении в практике проектирования промышленных объектов; разработке концепции совершенствования водохозяйственной системы предприятий нефтехимического комплекса, позволяющей организовать замкнутые водооборотные системы; установлении общих закономерностей, влияющих на технологические показатели сорбционной очистки сточных вод; обосновании механизма и эмпирических зависимостей массопереноса при электродиализном обессоливании сточных вод с использованием импульсного электрического тока взамен традиционного постоянного тока; разработке

методики выбора оптимальных решений на ранних стадиях подготовки к модернизации, реконструкции или строительству водоочистных сооружений, базирующаяся на системе оценок экологических рисков, капитальных и эксплуатационных затрат и позволяющая выбрать проект с приемлемой эффективностью.

Научные публикации и заявки на изобретения выполнены лично автором и в соавторстве.

Соискатель представил 63 печатные работы, в том числе 13 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки РФ и 6 патентов.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Вурдовой Надежды Георгиевны соответствует критериям п.2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором аналитических, экспериментальных исследований и опытно-промышленных испытаний решена крупная научно-техническая проблема разработки и внедрения методологии совершенствования водохозяйственных систем промышленных предприятий с большой водоемкостью, технологий и устройств для перехода на принципы наилучших доступных технологий, механизмов оптимизации инвестиций при проектировании и строительстве водоочистных сооружений, внедрение которых способствует осуществлению водосберегающей деятельности предприятий, усилению роли стандартов устойчивого развития и вносит значительный вклад в обеспечение экологической безопасности предприятий.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Вурдовой Надежды Георгиевны ученой степени доктора технических наук по специальности 2.10.2 «Экологическая безопасность» (п. п. 3, 10, 11).

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 6 человек, участвовавших в заседании, из 7 человек, входящих в состав комиссии, проголосовало: за 6 человек, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии
доктор технических наук, профессор

Т.И. Овчинникова

20.06.2025