**Каляуш Александр Иванович. Разработка комплекса специализированных судов и их СЭУ для очистки нефтесодержащей подсланевой воды: диссертация ... кандидата Технических наук: 05.08.05 / Каляуш Александр Иванович;[Место защиты: ФГБОУ ВО Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова], 2016.- 157 с.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет морского и речного флота имени

адмирала С.О. Макарова»

На правах рукописи



Каляуш Александр Иванович

**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СУДОВ И ИХ СЭУ ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩЕЙ ПОДСЛАНЕВОЙ ВОДЫ**

Специальность 05.08.05 – «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)»

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель доктор технических наук, профессор В.И. Решняк

Санкт-Петербург - 2016

2

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 4](#bookmark0)

ГЛАВА 1 ПРОБЛЕМА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ 11

[ВОДОЕМОВ НПВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВ И ИХ СЭУ 11](#bookmark1)

1.1 Анализ проблемы предотвращения загрязнения нефтесодержащей  
подсланевой водой внутренних водных путей при эксплуатации 11

[судов и их СЭУ 11](#bookmark2)

[1.2 Анализ образования нефтесодержащей подсланевой воды при 17](#bookmark3)

[эксплуатации судов и их СЭУ 17](#bookmark4)

1.3 Анализ современных природоохранных требований по 20

[предотвращению загрязнения нефтесодержащей подсланевой водой внутренних  
водных путей 20](#bookmark5)

1.4 Анализ существующих технических средств и исследований в 26

[области очистки НПВ 26](#bookmark6)

[1.5 Выводы по главе. Задачи исследования 35](#bookmark7)

[ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ НПВ ОТ  
НЕФТЕПРОДУКТОВ 38](#bookmark8)

1. [Исследование свойств нефтесодержащей подсланевой воды 38](#bookmark9)
2. Анализ существующих способов очистки нефтесодержащей 41

[подсланевой воды 41](#bookmark10)

2.3 Теоретические основы обоснования и разработки технологии 51

[очистки НПВ 51](#bookmark11)

[2.4 Выводы по главе 57](#bookmark12)

ГЛАВА 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ НПВ 58

[АДСОРБЦИЕЙ 58](#bookmark13)

1. [Исследование особенностей процесса очистки НПВ адсорбцией 58](#bookmark14)
2. [Разработка методики исследования процесса глубокой очистки НПВ адсорбцией 63](#bookmark15)

[3.3 Экспериментальные исследования процесса очистки 67](#bookmark16)

[нефтесодержащей подсланевой воды адсорбцией 67](#bookmark17)

1. [Разработка алгоритма расчета адсорбционных фильтров 73](#bookmark18)
2. [Выводы по главе 81](#bookmark19)

3

ГЛАВА 4 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ НПВ 82

[ОЗОНИРОВАНИЕМ 82](#bookmark20)

1. [Применение озона для очистки воды 82](#bookmark21)
2. [Теоретические исследования особенностей процесса очистки подсланевой воды озонированием 86](#bookmark22)
3. [Экспериментальные исследования очистки НПВ от 100](#bookmark23)

[эмульгированных нефтепродуктов озонированием 100](#bookmark24)

1. [Анализ результатов экспериментальных исследований процесса очистки озонированием 105](#bookmark25)
2. [Выводы по главе 107](#bookmark26)

[ГЛАВА 5 РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СУДОВ И  
ИХ СЭУ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОДСЛАНЕВОЙ ВОДЫ 109](#bookmark27)

[5.1 Разработка матрицы комплекса специализированных судов 110](#bookmark28)

1. [Разработка комплекса специализированных судов и их СЭУ 122](#bookmark29)
2. [Организация применения комплекса специализированных судов 137](#bookmark30)
3. [Выводы по главе 142](#bookmark31)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 144](#bookmark32)

[СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ 145](#bookmark33)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 146](#bookmark34)

4

**ВВЕДЕНИЕ**

Как известно эксплуатация судов и их СЭУ характеризуется рядом факто­ров загрязнения окружающей среды [8, 10, 43]. Одним из них являются нефтепро­дукты, которые содержатся в нефтесодержащей подсланевой воде (НПВ) [33, 34, 41, 51, 78]. В настоящее время уже накоплен определенный опыт в области предотвращения загрязнения водоемов НПВ. В основном этот опыт нашел отра­жение в судовых установках для ее очистки, которые применяются в основном на морских судах, в том числе, судах река-море плавания [57, 82, 83, 84, 97, 106]. В то же время, известно, что очистка НПВ в судовых установках является не един­ственным способом предотвращения загрязнения водных объектов подсланевой водой. Обеспечение экологической безопасности СЭУ может быть осуществлено путем очистки подсланевой воды на специализированных судах, в состав СЭУ ко­торых входят очистные комплексы. На судах внутреннего плавания в силу таких объективных причин, как отсутствие достаточного места в машинном отделении судов, а также иные, чем для судовых установок, требования по очистке воды, до­роговизна судовых установок, более целесообразной является очистка НПВ на упомянутых специализированных судах [59, 69, 80]. Определенный опыт решения проблемы обеспечения экологической безопасности судов и их СЭУ с помощью специализированных судов существует [60, 73, 75]. В настоящее время применя­ются плавучие очистные станции, а также суда для комплексной переработки су­довых отходов (СКПО) [81, 93, 107]. Однако очистное оборудование таких специ­ализированных судов рассчитано на постоянное значение концентрации нефте­продуктов в очищенной подсланевой воде – 5 мг/л, что не позволяет применять это оборудование на тех участках водных путей, где в соответствии с требовани­ями природоохранного законодательства условия водоотведения требуют более глубокой очистки НПВ [67, 70, 71, 89, 90, 100, 102]. Более глубокая очистка мо­жет быть обеспечена применением дополнительных очистных устройств, напри­мер, таких как устройство для очистки озонированием [29, 39, 73, 74]. Такой спо-

5

соб очистки НПВ является достаточно эффективным, но требует применения ге­нератора озона. Существующие генераторы озона имеют характеристики, кото­рые затрудняют их широкое применение на специализированных судах для очистки НПВ.

Из сказанного вытекает необходимость разработки технологии очистки НПВ в условиях, когда требования к степени очистки могут меняться в зависимо­сти от района водных путей. Базовый вариант такой технологии должен включать способ очистки от эмульгированных нефтепродуктов - адсорбцию, эффективность которой должна быть подтверждена экспериментально. Экспериментальные ис­следования адсорбции должны также стать основой для разработки зависимостей, которые позволяют рассчитывать процесс адсорбции и адсорбционные фильтры, что в свою очередь позволит оперативно при необходимости менять комплекта­цию очистного оборудования, которое входит в состав СЭУ специализированных судов [4, 11, 24, 28, 29].

Кроме того, для реализации предложенной выше технологии необходимо разработать способ и устройство для очистки НПВ озонированием при использо­вании ультрафиолетовых излучателей, как источников озона, и провести экспе­риментальные исследования эффективности такого устройства и особенностей процесса очистки озонированием. Упомянутый способ и устройство для озониро­вания НПВ значительно дешевле, чем генераторы озона, и более простой в экс­плуатации.

Учитывая разные условия эксплуатации специализированных судов, в том числе и уже упомянутые выше меняющиеся требования к водоотведению очи­щенной подсланевой воды, целесообразно разработать различные типы специали­зированных судов с различным оснащением их СЭУ очистным оборудованием, что обеспечит комплектование оптимального для конкретных условий эксплуата­ции набора специализированных судов для очистки НПВ [7, 42, 75, 101].

В своих исследованиях автор диссертации опирался на труды специалистов в области охраны окружающей среды на водном транспорте – Зубрилова С.П.,

6

Бараца В.А., Наумова В.С., Курникова А.С., Решняка В.И., Энтина В.Л., Растры-гина Н.В., Косовского В.И. и др.

Таким образом, тему диссертационной работы, направленной на обеспече­ние охраны окружающей среды при эксплуатации судов и их СЭУ путем исполь­зования специализированных судов, в состав энергетических установок которых входят очистные устройства, разработанные на основе технологии очистки, обес­печивающей требуемую очистку с учетом конкретных условий водоотведения очищенной подсланевой воды на разных участках водных путей, следует считать актуальной.

**Целью работы** является обеспечение экологической безопасности СЭУ пу­тем разработки технологии очистки нефтесодержащей подсланевой воды, а также очистных устройств для комплектования СЭУ специализированных судов для очистки НПВ с учетом условий водоотведения судов на разных участках водных путей.

**Достижение указанной цели обеспечивается решением следующих за­дач:**

* разработать технологию очистки НПВ с применением адсорбции и озони­рования как способов глубокой очистки от эмульгированных нефтепродуктов, ко­торые обеспечивают выполнение требуемой для конкретного участка водных пу­тей степени очистки;
* разработать устройство для очистки нефтесодержащей воды озоном, полу­чаемым от ультрафиолетового излучателя;
* выполнить экспериментальные исследования процессов очистки НПВ ад­сорбцией, по результатам которых составить зависимости для расчета адсорбци­онных фильтров;
* экспериментально определить эффективность очистки НПВ озонировани­ем при использовании устройства с ультрафиолетовым излучателем;
* разработать комплекс специализированных судов и их СЭУ, предназна­ченных для очистки НПВ.

7

* разработать схемы комплектования и компоновки очистным оборудовани­ем как элементами СЭУ специализированных судов для очистки НПВ;
* разработать рекомендации по комплектованию СЭУ специализированных судов для очистки НПВ с учетом условий эксплуатации судов на разных участках водных путей.

**Научная новизна заключается в следующем:**

1. - предложена и научно обоснована технология глубокой очистки НПВ с применением адсорбции и озонирования при получении озона от ультрафиолето­вого излучателя;
2. – разработано устройство процесса очистки НПВ озонированием при по­лучении озона от ультрафиолетового излучателя, новизна которого подтверждена положительным решением № 164318 от 09.03.2016. Опубл. 27.08.2016. Бюл. № 24. «Судовое устройство очистки нефтесодержащей воды озоном»;
3. – разработаны зависимости для расчета адсорбционных фильтров;
4. – предложены схемы комплектования очистным оборудованием судовых энергетических установок специализированных судов для очистки НПВ;
5. – разработаны рекомендации по компоновке комплексов специализиро­ванных судов, учитывающих условия их эксплуатации на разных участках вод­ных путей.

**Теоретическая значимость** результатов диссертационной работы заключа­ется в разработке теоретических основ технологии глубокой очистки НПВ с ис­пользованием адсорбции и озонирования при получении озона от УФ- излучателя.

Получены зависимости изменения концентрации нефтепродуктов при озо­нировании и при очистке НПВ в адсорбционных фильтрах, которые могут быть использованы при проектировании очистного оборудования для комплектования СЭУ специализированных судов, предназначенных для очистки НПВ.

Кроме того, разработаны рекомендации по выбору схем комплектования и компоновки судовых энергетических установок специализированных судов обо­рудованием для очистки НПВ.

**Практическая значимость работы**

8

Результаты выполненных исследований позволили, решить ряд практиче­ских задач.

Результаты выполненных экспериментальных исследований процессов очистки НПВ и полученные расчетные зависимости могут быть использованы при проектировании устройств для очистки НПВ.

Разработана технология очистки НПВ, которая может быть реализована в очистном оборудовании для оснащения СЭУ специализированных судов для очистки НПВ и которая обеспечивает удовлетворение требований к водоотведе-нию на внутренних водных путях.

Разработано устройство для озонирования очищаемой воды при получении озона от УФ- излучателя.

Разработан комплекс специализированных судов, отличающиеся комплек­тованием их судовых энергетических установок оборудованием для очистки НПВ, а также разработаны рекомендации по компоновке комплексов специализи­рованных судов, обслуживающих определенные участки водных путей и учиты­вающих особенности эксплуатации специализированных судов на этих участках.

**Методология и методы исследования**. Методологической и информаци­онной основой диссертационного исследования являются труды отечественных и зарубежных авторов по вопросам, связанным с очисткой НПВ, современные при­родоохранные требования, совокупность общенаучных и специальных методов научного познания. Для достижения поставленной цели диссертационного иссле­дования и решения поставленных задач, автором использовались элементы си­стемного анализа, экспериментальные исследования в лабораторных условиях, применены статистические методы.

**Степень достоверности результатов.** Достоверность полученных научных результатов обеспечена использованием общепринятых, апробированных и зако­нодательно рекомендованных методик и методов проведения исследований, под­тверждена удовлетворительной сходимостью экспериментальных данных с теоре­тическими исследованиями и результатами исследования других авторов. Экспе­риментальные исследования были проведены в специализированных лаборатори-

9

ях Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова.

Основные положения и результаты диссертационной работы доложены на межвузовской научно-практической конференции студентов и аспирантов посвя­щенной 200-летию транспортного образования в России «Водный транспорт Рос­сии: история и современность-2009», научно-практических конференциях «Со­временные тенденции и перспективы развития водного транспорта России -2013,2014,2015,2016г.», Международном молодежном научном экологическом форуме стран Балтийского региона «Экобалтика -2013, 2015», Международной научно-практической конференции «Вода-бесценное наследие - 2016», конкурсе на лучшую научно-техническую разработку молодых специалистов и работников ОАО «РПК-Высоцк «ЛУКОЙЛ-II» (3место) – 2016 г. Результаты диссертацион­ных исследований представлены в 10 научных трудах, в том числе в 3 статьях в изданиях по перечню ВАК Минобрнауки России, 1 патенте на полезную модель. По результату научной работы получен патент на полезную модель, а также име­ется акт использования результатов в деятельности судоходных компаний ООО «БАРК», ООО «Гранд канал», ООО «Нева Тревел Компани».

**Личный вклад.** Автор диссертации самостоятельно решил все поставлен­ные задачи: разработал технологию очистки НПВ, которая может быть реализо­вана в СЭУ специализированных судов для очистки НПВ с учетом условий водо-отведения на отдельных участках водных путей, разработал способ и устройство для очистки подсланевой воды озонированием с ультрафиолетовым излучателем и экспериментально проверил эффективность предложенного способа и устрой­ства, на основе экспериментальных данных, полученных автором, составил зави­симости для расчета адсорбционных фильтров, разработал технические предло­жения по комплексу специализированных судов для очистки НПВ, а также разра­ботал рекомендации по компоновке и комплектованию специализированных су­дов очистным оборудованием с учетом условий их эксплуатации.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем – 157 с., основного

10

текста – 144 с., рисунков – 87, таблиц – 3, список литературы включает 117 наименований.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. В настоящей работе выполнен анализ проблемы предотвращения загряз­нения внутренних водоемов нефтесодержащей подсланевой водой, образующейся при эксплуатации судов и их СЭУ, который показал целесообразность решения этой проблемы путем очистки с помощью специализированных судов для очистки НПВ, СЭУ которых укомплектована очистным оборудованием.
2. Разработана технология очистки НПВ с применением адсорбции и озони­рования как способов глубокой очистки, которые обеспечивают выполнение тре­буемой для конкретного участка водных путей степени очистки.
3. Предложено устройство очистки озонированием с использованием в ка­честве источника озона ультрафиолетового излучателя; экспериментально под­тверждена эффективность такого способа очистки подсланевой воды и возмож­ность его применения в очистных комплексах специализированных судов для очистки НПВ.
4. Экспериментально исследованы процессы глубокой очистки НПВ ад­сорбцией, что позволило получить расчетные зависимости, которые могут быть использованы при конструировании очистного оборудования специализирован­ных судов с учетом требований для разных участков водных путей.
5. Предложен «принцип разнесенной технологии очистки» НПВ, который позволил разработать ряд специализированных судов для очистки НПВ, отлича­ющихся схемами комплектования СЭУ специализированных судов очистным оборудованием, что позволяет компоновать оптимальные комплексы специализи­рованных судов для каждого участка водных путей.
6. Разработаны рекомендации по комплектованию СЭУ специализирован­ных судов для очистки НПВ с учетом условий эксплуатации судов на разных участках водных путей.

145

**СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

ВВП – внутренние водные пути;

МО – машинное отделение;

НДС – норма допустимого сброса;

НПВ – нефтесодержащая подсланевая вода;

ОО – окончательная очистка;

ОС – очистная станция;

ПДК – предельно-допустимая концентрация;

ППО – прием и первичная очистка;

СПОК – самоходный плавучий очистной комплекс;

СЭУ – судовая энергетическая установка;

УФИ – ультрафиолетовый излучатель;

СанПиН – санитарные правила и нормы;

146

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Адлер, О. П. Введение в планирование эксперимента / О. П. Адлер. — М.: Металлургия, 1968. — 155 с.
2. Альхименко, А. И. Аварийные разливы нефти в море и борьба с ними /

А. И. Альхименко. — СПб.: ОМПресс, 2005.— 237 с.

1. Анцевич, А. В. Судовые средства по предотвращению загрязнения моря и их эксплуатация / А. В. Анцевич, В. Я. Тарасов. — Мурманск: Кн. изд-во, 1988. — 176 с.
2. Аюкаев, Р. И. Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды / Р. И. Аюкаев, В. З. Мельцер. — М.: Стройиздат, 1985. — 119 с.
3. Беклешев, В. Н. Нормирование в научно-технических организациях / В. Н. Беклешев, П. Н. Завлин. — М.: Экономика, 1989 г. — 238 с.
4. Березин, И. К. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на Неве и в Финском заливе / И. К. Березин, А. Ф. Дмитриев, О. Р. Крупнов // Экологическая обстановка в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. — 2004. — 26 с.
5. Большая энциклопедия транспорта / под ред. В. Л. Галкина. — СПб.: Эл-мор, 2000. — 380 с.
6. Бродский, А. К. Экология водного транспорта / А. К. Бродский. — М.: Академия, 2006. — 256 с.
7. Буцева, Л. Н. Усовершенствованная технология очистки нефтесодержа-щих сточных вод / Л. Н. Буцева, Л. В. Гандурина, B. C. Штондина // ВСТ: Водо­снабжение и санитарная техника. — 1997. — № 6. — С. 40-43.
8. Венцюлис, Л. С. Основы охраны окружающей природной среды на вод­ном транспорте: учеб. пособие. — СПб.: Изд-во СПГУВК, 2002. — 64 с.
9. Видеомикс: фильтры для воды. [Электронный ресурс]. — Режим досту­па: <http://voda.videomix.ru/show_mix/show.php?id=43958/sterilight_sp950ho2> (дата обращения: 07.03.2013).

147

1. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. — М.: Изд-во стандартов, 2000. — 48 с.
2. ФЗ № 167-ФЗ от 16.11.1995 г. Водный кодекс Российской Федерации. [Электронный ресурс]. — Режим доступа:<http://base.garant.ru/10108700/> (дата об­ращения: 08.11.2015).
3. СанПиН 2.5.2-703-98. 2.5.2. Водный транспорт. Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания.— М.: ИИЦ Минздрава России, 1999. — 144 с.
4. Волошин, В. П. Охрана морской среды: учеб. пособие / В. П. Волошин.

— Л.: Судостроение, 1987. — 208 с.

16. Глинка, Н. Л. Общая химия / Н. Л. Глинка. — М.: Интеграл-Пресс, 2002.

— 728 с.

17. ГН 2.1.5.689-98. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химиче­  
ских веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-  
бытового водопользования. [Электронный ресурс]. — Режим доступа:  
<http://snipov.net/c_4655_snip_98679.html>(дата обращения: 08.11.2015).

18. Голота, Г. Ф. Техническое нормирование труда в судоремонте /  
Г. Ф. Голота. — Л.: Судостроение, 1983. — 276 с.

1. ГОСТ 27065-86. Качество вод. Термины и определения. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/4/4779/> (дата обращения: 07.03.2016).
2. ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. [Электронный ресурс]. — Режим доступа:<http://snipov.net/c_4698_snip_98069.html>(дата обращения: 07.03.2016).
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2003 году». — М.: АНО «Центр международных проек­тов», 2004. — 500 с.
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2004 году». — М.: АНО «Центр международных проек­тов», 2005. — 494 с.

148

23. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды  
Российской Федерации в 2005 году». — М.: АНО «Центр международных проек­  
тов», 2006. — 510 с.

1. Грег, С. Адсорбция, удельная поверхность, пористость / С. Грег, К. Синг. — М.: Мир, 1984. — 310 с.
2. Дормидонтов, Н. К. Проектирование судов внутреннего плавания / Н. К. Дормидонтов. — Л.: Судостроение. — 1974. — 336 с.
3. Ермошкин Н. Г. Судовые установки очистки нефтесодержащих вод; ме­тоды и схемы очистки, устройство и эксплуатация: учеб. пособие / Н. Г. Ермошкин [и др.]. — Одесса: Феникс, 2004. — 44 с.
4. Ефентьев, В. П. Судовые загрязнители и меры по предотвращению за­грязнения окружающей среды: учеб. пособие / В. П. Ефентьев, В. Г. Гурьев. — Калининград: Изд-во БГАРФ, 2011. — 248 с.
5. Жигульский, В. А. Технические методы и средства безопасной утилиза­ции нефтеводяных отходов при ликвидации аварийных разливов: дис. … канд. техн. наук: 25.00.36 / В. А. Жигульский. — СПб.: СЗТУ, 2009. — 168 с.
6. Жуков, А. И. Методы очистки производственных сточных вод / А. И. Жуков, И. Л. Монгайт, И. Д. Родзиллер / под ред. А. И. Жукова. — М.: Стройиз-дат, 1977. — 204 с.
7. Зиновьев, А. П. Комплексная очистка сточных вод, содержащих нефте­продукты, ПАВ и фенолы / А. П. Зиновьев, В. И. Филиппов // Вода и экология: проблемы и решения. — 2002. — № 2. — С. 43–56.
8. Зубарова, М. А. Основные направления развития единой транспортной системы / М. А. Зубарова. — Л.: Изд-во ЛИВТ, 1980. — 150 с.
9. Зубрилов, С. П. Охрана окружающей среды при эксплуатации судов / С. П. Зубрилов, Ю. Г. Ищук, В. И. Косовский. — Л.: Судостроение, 1989. — 256 с.
10. Зубрилов, С. П., Косовский В. И. Охрана окружающей среды на водном транспорте / С. П. Зубрилов, В. И. Косовский. — М.: Транспорт, 1987. — 275 с.
11. Зубрилов, С. П. Охрана окружающей среды при эксплуатации судов / С. П. Зубрилов. — Л.: Судостроение, 1989. — 256 с.

149

1. Иванов, В. М. Топливные эмульсии / В. М. Иванов. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 216 с.
2. Истомин, В. И. Дополнения в международную Конвенцию MARPOL 73/78 по терминологии и определению пропускной способности систем очистки судовых нефтесодержащих вод / В. И. Истомин, В. В. Капустин, М. В. Истомин // Вестник СевГТУ, 2009. — Вып. 97. — С. 154–159.
3. Истомин, В. И. Предотвращение загрязнения моря нефтью при эксплуа­тации судов: учеб. пособие / В. И. Истомин. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2003. — 100 c.
4. Каляуш, А. И. Водный транспорт как источник загрязнения внутренних водных путей / А. И. Каляуш // Материалы V Межвузовской науч.-практич. конф. аспирантов, студентов и курсантов «Современные тенденции и перспективы раз­вития водного транспорта России». — Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2014. — С. 215–220.
5. Каляуш, А. И. Анализ проблемы очистки подсланевой воды при эксплу­атации малого флота / А. И. Каляуш, В. В. Мартьянов // Материалы VII Межву­зовской науч.-практич. конф. аспирантов, студентов и курсантов «Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России». — Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2015. — С. 215–217.
6. Каляуш, А. И. Обеспечение экологической безопасности при эксплуата­ции судов на ВВП России / А. И. Каляуш // Материалы VI Межвузовской науч.-практич. конф. аспирантов, студентов и курсантов «Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России». — Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2015. — С. 262–263.
7. Каляуш, А. И. Предотвращение загрязнения внутренних водных путей судовой подсланевой водой при эксплуатации СЭУ / А. И. Каляуш // Материалы IV Межвузовской науч.-практич. конф. аспирантов, студентов и курсантов «Со­временные тенденции и перспективы развития водного транспорта России». — Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2013. — С. 273–277.
8. Каляуш, А. И. Судовое устройство очистки нефтесодержащей воды озо-

150

ном / А. И. Каляуш, В. И. Решняк // Патент России на полезную модель № 164318 от 09.03.2016. Опубл. 27.08.2016. Бюл. № 24.

1. Каляуш, А. И. Экологическая безопасность при эксплуатации СЭУ / А. И. Каляуш // Материалы межвузовской науч.-практич. конф. студентов и аспи­рантов, посвященной 200-летию транспортного образования в России, «Водный транспорт России: история и современность». — Изд-во СПГУВК, 2009. — С. 167–170.
2. Кульский, Л. А. Основы химии и технологии воды / Л. А. Кульский. — Киев: Наукова думка, 1991 г.

45. Курников, А. С. Новые генераторы озона / А. С. Курников,  
А. Л. Баранов, В. В. Ваняев // Речной транспорт. — 1983. — № 10. — С. 26.

1. Курников А. С. Установка для озонирования воды / А. С. Курников, Е. Г. Бурмистров, В. В. Ванцев // Патент России № 2162061 от 23.12.98. Опубл. 20.01.2001. Бюл. № 2.
2. Курников, А. С. Концепция повышения экологической безопасности судна / А. С. Курников. — Н. Новгород: Изд-во ВГАВТ, 2002. — 80 с.
3. Курников, А. С. Создание экологически чистого судна / А. С. Курников, А. В. Распопов // Экология и промышленность России. —2003. — №3 — С. 4–6.
4. Курников, А. С. Совершенствование систем обеспечения обитаемости и повышение экологической безопасности судов на основе активированных окис­лительных технологий: дис. … д-ра техн. наук: 05.08.03 / А. С. Курников. — Н. Новгород, 2002. — 338 с.

50. Кучинская, А. А. Технология очистки судовых нефтесодержащих вод с использованием природных сорбирующих материалов: дис. … канд. техн. наук: 05.08.05 / А. А. Кучинская. — Новороссийск, 2014. — 117 с.

51. Мартьянов, В. В. Расчет резонансных крутильных колебаний судового валопровода пассажирского теплохода «Элегия» пр. 82500 / В. В. Мартьянов, А. И. Каляуш // Материалы VII Межвузовской науч.-практич. конф. аспирантов, сту­дентов и курсантов «Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России». — Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2015. — С. 101–

151

105.

1. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года и Протокол 1978 года. — СПб.: Изд-во ЦНИИМФ, 2008. — 706 с.
2. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и мик­роорганизмов в водные объекты для водопользователей. МПР РФ, 2008 г. [Элек­тронный ресурс]. — Режим доступа: <http://meganorm.ru/Data2/1/4293834/4293834833.htm>(дата обращения: 08.04.2016).
3. Мизгирев, Д. С. Экспериментальные исследования современных судо­вых систем очистки сточных вод (СОСВ) / Д. С. Мизгирев, А. С. Курников, О. Л. Почкалов // Вестник ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова. — 2014. — № 4. — С. 169–176.
4. Миклашевский, Н. В. Чистая вода. Системы очистки и бытовые фильтры / Н. В. Миклашевский, С. В. Королькова. — Дюссельдорф, Киев, Москва, СПб.: Арлит, 2000. — 242 с.
5. Назаров, В. А. Очистка нефтесодержащих вод: дис. … д-ра техн. наук: 05.08.05 / В. А. Назаров. — М., 1996. — 287 с.

57. Нунупаров, С. М. Предотвращение загрязнения моря с судов /  
С. М. Нунупаров. — М.: Транспорт, 1985. — 288 с.

58. ООО ТПО «Ариста». Передовые технологии. Лампа УФ-  
обеззараживания. [Электронный ресурс]. — Режим доступа:  
<http://donetsk.prom.ua/p305166-lampa-obezzarazhivaniya-s5q.html> (дата обращения:  
08.06.2016).

1. Павлова, Е. И. Экология транспорта / Е. И. Павлова. — М.: Транспорт, 2000. — 248 с.
2. Писарев, А. О. Актуальные проблемы очистки судовых нефтесодержа-щих вод / А. О. Писарев, А. С. Курников // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. — 2009. — № 27. — С. 97–108 с.
3. Пластинин, А. Е. Оценка риска возникновения транспортных происше­ствий / А. Е. Пластинин // Речной транспорт (XXI век). — 2013. — № 3. — С. 83– 88.

152

1. Порядок организации разработки и утверждения ПДК и ОБУВ загряз­няющих веществ в воде рыбохозяйственных водных объектов. [Электронный ре­сурс]. — Режим доступа: <http://gostrf.com/normadata/1/4293806/4293806202.htm>(дата обращения:10.05.2016).
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 29.10.2002 г. № 777 «О перечне объектов, подлежащих федеральному государственному экологи­ческому контролю». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://base.garant.ru/12128641/>(дата обращения:10.05.2016).
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 14.03.1997 г. № 307 «Об утверждении Положения о ведении государственного мониторинга вод­ных объектов». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://](NULL) [http://docs.cntd.ru/document/9040696/](http://docs.cntd.ru/document/9040696) (дата обращения:11.05.2016).
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 05.09.2003 г. № 557 «Об утверждении Положения о Государственном комитете Российской Феде­рации по рыболовству». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://base.garant.ru/12132355/>(дата обращения:10.06.2016).
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 24.07.2000 г. № 554 «Об утверждении Положения о государственной санитарно-эпидемиологической службе Российской Федерации и Положения о государ­ственном санитарно-эпидемиологическом нормировании». [Электронный ресурс]. — Режим доступа:<http://base.garant.ru/12120314/>(дата обращения:05.06.2016).
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.06.1997 г. № 716 «Об утверждении Положения об осуществлении государственного контроля за использованием и охраной водных объектов». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=23072> (дата обращения:05.06.2016).
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 03.04.1997 г. № 383 «Об утверждении Правил предоставления в пользование водных объектов, находящихся в государственной собственности, установления и пересмотра ли­митов водопользования, выдачи лицензии на водопользование и распорядитель-

153

ной лицензии». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://base.garant.ru/10600068/>(дата обращения:10.06.2016).

1. Правила Речного Регистра: в 4 т. — М.: Речной регистр, 2008. — 1430 с.
2. Правила охраны поверхностных вод. [Электронный ресурс]. — Режим доступа:<http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_18252.htm>(дата обращения:11.06.2016).
3. РД 152-011-00. Наставление по предотвращению загрязнения внутрен­них водных путей при эксплуатации судов. — М.: МОРКНИГА, 2009. — 52 c.

72. Резолюция № 107.49. [Электронный ресурс]. — Режим доступа:  
<http://www.rise.odessa.ua/texts/MEPC107_49.php3>(дата обращения:11.06.2016).

1. Решняк, В. И. Глубокая очистка судовых нефтесодержащих вод: дис. … кан. тех. наук: 05.08.05 / В. И. Решняк. — Л., 1985. — 225 с.
2. Решняк, В. И. Исследование работы адсорбционных фильтров в уста­новках для очистки нефтесодержащей подсланевой воды / В. И. Решняк, А. И. Ка-ляуш // Вестник ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова. — 2015. — № 2(30). — С. 57– 60.
3. Решняк, В. И. Теоретические основы технологии перемещения подсла-невой воды, образующейся при эксплуатации судовых энергетических установок / В. И. Решняк, А. И. Каляуш, А. Н. Григорьев // Вестник АГТУ. — Сер.: Морская техника и технология. — 2016. — № 2. — С. 70–76.
4. Решняк, В. И. Очистка нефтесодержащей подсланевой воды озоном /

B. И. Решняк, А. И. Каляуш, К. В. Решняк // Вестник ГУМРФ им. адм.

C. О. Макарова. — 2014. — № 5(27). — С. 135–140.

77. Решняк, В. И. Исследование особенностей процесса окисления в дис­  
персной системе «вода – эмульгированные нефтепродукты» / В. И. Решняк, А. С.  
Курников, К. В. Решняк // Журнал университета водных коммуникаций. — 2010.

— № 7. — С. 171–178.

78. Решняк, В. И. Стратегия предотвращения загрязнения внутренних вод­  
ных путей и моря при эксплуатации судов / В. И. Решняк, В. Е. Леонов // Сб. тру­  
дов межд. конф. «Современные и инновационные технологии». — Херсон, 2011.

— С. 277–281.

154

1. Решняк, В. И. Нормирование загрязнения окружающей природной сре­ды техногенными объектами: учеб. пособие. — СПб.: Изд-во СПГУВК, 2008. — 37 с.
2. Решняк, В. И. Охрана окружающей среды на водном транспорте. — СПб.: Изд-во СПбГУВК, 2010. — 105 с.
3. Решняк, В. И. Очистка и утилизация судовой нефтесодержащей воды: дис. … д-ра техн. наук: 05.08.05 / В. И. Решняк. — СПб., 1995. — 381 с.
4. Решняк, В. И. Предотвращение загрязнения водоемов нефтесодержащей подсланевой водой при эксплуатации судов и судовых энергетических установок: монография / В. И. Решняк. — СПб.: Изд-во СПбГУВК, 2011. — 207 с.
5. Решняк, В. И. Предотвращение загрязнения окружающей среды при эксплуатации судов: учеб. пособие / В. И. Решняк. — СПб.: Изд-во СПбГУВК, 2008. — 24 с.
6. Решняк, В. И. Судовые устройства для глубокой очистки подсланевой воды // Сб. науч. трудов ЛИВТа. — Л.: Изд-во ЛИВТ, 1986. — С. 82–84.
7. Решняк, В. И. Экологическая безопасность при перегрузке нефти и нефтепродуктов в портах / В. И. Решняк. — СПб.: Изд-во СПбГУВК, 2007. — 237 с.
8. Решняк, В. И. Регулирование эксплуатационного и аварийного загрязне­ния окружающей среды на объектах водного транспорта / В. И. Решняк, З. Юзвяк, А. Г. Щуров // Журнал университета водных коммуникаций. — 2013. — № 17. — С. 85–90.
9. Руководство ликвидации разливов нефти на морях, озерах и реках. — СПб.: Морсар, 2002. — 44 с.
10. Самойлович, В. Г.Современные тенденции в конструировании промыш­ленных озонаторов / В. Г. Самойлович, В. В. Панин, Л. Н. Крылова // Тезисы докл. Всерос. конф., посвященной озону и другим экологически чистым окисли­телям, науке и технологиям. — М., 2005. — 153 с.
11. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхност­ных вод. [Электронный ресурс]. — Режим доступа:

155

<http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/8/8514/> (дата обраще-

ния:10.06.2016).

1. СанПиН 2.1.4.027-95. Зоны санитарной охраны источников водоснабже­ния и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.vashdom.ru/sanpin/214027-95/> (дата обраще-ния:04.06.2016).
2. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды: в 2 ч. / Л. А. Кульский, И. Т. Гороновский, А. М. Когановский, М. А. Шевченко; отв. ред.

A. Т. Пилипенко. — К.: Наукова Думка, 1980. — Ч. 1. — 680 с.

1. Стахов, Е. А. Очистка нефтесодержащих сточных вод / Е. А. Стахов. — Л.: Недра, 1983. — 383 с.
2. Судовой механик: справочник: в 3 т. / под ред. А. А. Фока. — Одесса: Феникс, 2010. — Т. 2. — 1032 с.
3. Тертия. Лампы УФ-излучения. [Электронный ресурс]. — Режим досту­па:<http://tertia.ru/spesiallampi.html>(дата обращения: 04.02.2016).
4. Тув, И. А. Испытания на искусственной воде не достаточны / И. А. Тув,

B. И. Решняк // Речной транспорт. — 1979. — № 10. — С. 39.

1. Тув, И. А. Очистка нефтесодержащих вод на станциях / И. А. Тув, А. В. Лахов // Речной транспорт. — 1974. — № 3. — С. 37–39.
2. Тув, И. А. Судовые технические средства по предотвращению загрязне­ния водоемов нефтепродуктами / И. А. Тув. — М.: Транспорт, 1976. — 129 с.
3. ГОСТ 6217-74. Уголь активный древесный дробленый: технич. условия (с изм. № 1, 2, 3, 4). — М.: Издательство стандартов, 1993. — 8 с.
4. Установка УФ-обеззараживания УОВ. Паспорт. Инструкция по эксплуа­тации. — СПб.: Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы НПО ЭНТ, 2011. — 15 с.

100. ФЗ № 24-ФЗ от 07.03.2001 г. Кодекс внутреннего водного транспорта  
Российской Федерации. [Электронный ресурс]. — Режим доступа:  
<http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_30650/> (дата обраще-  
ния:04.03.2016).

156

1. ФЗ № 128-ФЗ от 08.08.2001 г. О лицензировании отдельных видов дея­тельности. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_32841/> (дата обраще-ния:10.03.2016).
2. ФЗ № 7-ФЗ от 10.01.2002 г. Об охране окружающей среды. [Электрон­ный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/> (дата обраще-ния:10.03.2016).

103. Филиппов, Ю. В. Электросинтез озона / Ю. В. Филиппов,

B. А. Вобликова, В. И. Пантелеев. — М.: Изд-во МГУ, 1987. — 236 с.

1. Шиян Л. Н. Свойства и химия воды. Водоподготовка: учеб. пособие. — Томск: Изд-во ТПУ, 2004. — 72 с.
2. Эспринт. УФ-лампы Heraeus Amba. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.es-print.ru/ru/narrowroll/elements.php?SECTION_ID=76> (дата обращения: 17.03.2015).
3. Этин, В. Л. Анализ факторов, оказывающих влияние на экологическое состояние внутренних водных путей / В. Л. Этин, Е. А. Лукина // Труды 13-го междунар. науч.-промышл. форума «Великие реки»; материалы науч.-метод. конф. проф.-препод. состава, аспирантов, специалистов и студентов «Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек»: в 2 т. — Н. Новгород: Изд-во ВГАВТ, 2012. — Т. 1. — С. 230–232.

107. Abend, S. Sol-gel transitions of sodium montmorillonite dispersions /  
S. Abend, G. Lagaly // Applied Clay Science. — 2000. — № 16. — Р. 201–227.

108. Adsorption system // Water Eng. аnd Manag. — 1989. — Vol. 136, № 9. —  
61 р.

109. Matasci, R. Full-scale studies of the trickling filter / R. Matasci,

C. Kaempfer, J. Heidman // J. Water Pollution Control Federation. — 1986. — № 11.  
— P. 126–141.

110. Nimeks. Обеззараживатели воды. [Электронный ресурс]. — Режим до­  
ступа: <http://nimeks.com.ua/produkciya/obezzarazhivateli-vody.html> (дата обраще-

157

ния: 09.02.2015).

1. Noh, H. Separators and emulsion separation system for petroleum, oil and lubricants // Pretreat. Chem. Water and Wastewater Treat.: Proc. 3rd Gothenburg Symp., 1988. — Р. 217–225.
2. Oil-in-water content can be reduced to 0,5ppm / The Institute of Marine En­gineers, London // Marine Engineers Review Journal. — February 2001. — 27 р.

113. Pivovarov, S. Theoretical structures of mineral-solution interfaces /  
S. Privalov // Surface Chemical Processes in Natural Environments. — Monte Verita,  
Ascona, Switzerland. — 2000. — 46 p.

1. Ross, S. On physical adsorption. Wiley-interscience / S. Ross, J. P. Oliver. — New-York: Intersc., 1964. - 114 p.
2. Technology monitors oil in wastewaters // Austral. Mining. — 1989. — Vol. 81, № 4. — 36 р.
3. Xiaobing, L., Chunjuan Z., Jiongtian L. Adsorption of oil from waste water by coal: characteristics and mechanism // Mining Science and Technology. — 2010. — V. 20. — p. 778–781.
4. 5ppm with new three-stage treatment / The Institute of Marine Engineers, London // Marine Engineers Review Journal. — December 1996. — 49 р.