

### *Литература*

1. Думанський Ю. Д., Сердюк А. М., Селезньов Б. Ю. Електромагнітне забруднення навколишнього середовища - сучасна гігієнічна проблема // Гігієна населених місць.- Київ, 2003. - Вип.41.-С. 195 - 203.
2. Шандала М. Х., Думанский Ю. Д., Иванов Д. С. Санитарный надзор за источниками электромагнитных излучений в окружающей среде. - К.: Здоровья, 1990. - 152 с.
3. Евстафьев В. Н., Шафран Л. М. Эколого - гигиеническая оценка источников электромагнитного излучения // Причорноморський екологічний бюллетень. - Одеса. - 2002. - №3(5). - С. 117 – 122.
4. Евстафьев В. Н., Скиба А. В., Шеин С. В. Электромагнитные излучения на транспорте как гигиеническая проблема // Актуальные проблемы транспортной медицины. - 2005. - № 1. - С. 85 - 90
5. Евстафьев В. Н., Скиба А. В., Шеин С. В. Эколого - гигиеническая оценка вредных факторов производственной среды на объектах водного и железнодорожного транспорта // Причорноморський екологічний бюллетень. - Одеса, 2006. - № 1 (19). - С. 75 - 78
6. Пономаренко А. Н., Евстафьев В. Н., Скиба А. В., Лисобей В. А. Санитарно - гигиенические параметры условий труда на железнодорожных паромовых судах // Актуальные проблемы транспортной медицины. - 2006. - № 4 (6). - С. 110 – 118.
7. Євстаф'єв В. М. Електромагнітні випромінювання на транспорті // СЕС. Профілактична медицина. - 2007. - № 1. - С. 86 - 88
8. Евстафьев В. Н., Скиба А. В., Белокрыницкий В. С. Электромагнитные излучения на транспорте (на примере южного региона Украины) // 7-й международный симпозиум по электромагнитной совместимости и электромагнитной экологии. Труды симпозиума. - СПб, 2007. - С. 361 – 363.

Работа поступила в редакцию 20.02.2014 года.

Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования

УДК 614.447.4:656.615.071.6

*Н. И. Голубятников, Е. В. Козишкурт, В. П. Сиденко, Р. Д. Кальчук*

## **НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАЩИТЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ СУДАМИ ГРАЖДАНСКОГО И ВОЕННОГО ФЛОТА**

Главное управление Госсанэпидслужбы на водном транспорте Украины;  
Одесский национальный медицинский университет;  
Украинская военно - медицинская академия, г. Киев

**Реферат.** Н. И. Голубятников, Е. В. Козишкурт, В. П. Сиденко, Р. Д. Кальчук. **НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАЩИТЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ СУДАМИ ГРАЖДАНСКОГО И ВОЕННОГО ФЛОТОВ.** В работе представлены новые технологии обработки сточных и фановых вод гражданских судов и судов военно-морского флота. Предложены апробированные на водном транспорте новые природоохранные модули. Показаны модифицированные способы деконтаминации судовых систем водоотведения и оздоровления морской среды прибрежных зон, разработанные на основе альтернативных видов энергии и безотходных технологий.

**Ключевые слова:** морской транспорт, сточные воды, технологии деконтаминации.

**Реферат.** М. І. Голубятников, Е. В. Козишкерт, В. П. Сиденко, Р. Д. Кальчук. **НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКИХ АКВАТОРІЙ СУДНАМИ ЦИВІЛЬНОГО І ВІЙСЬКОВОГО ФЛОТІВ.** В роботі надані нові технології обробки стічних і фанових вод з цивільних суден і суден військово-морського флоту. Запропоновані опробовані на водному транспорті нові природоохоронні модулі. Показані модифіковані засоби деконтамінації судових систем водовідведення і оздоровлення морського середовища прибережних зон, розроблені на основі альтернативних видів енергії й безвідходних технологій.

**Ключові слова:** морський транспорт, стічні води, технології деконтамінації.

**Summary.** N. Golubyatnikov, E. Kozishkurt, V. Sydenko, R. D. Kalchuck. **A SCIENTIFIC RATIONALE OF NEW TECHNOLOGIES OF MARINE WATER AREA PROTECTION AGAINST POLLUTION FROM CIVIL SHIPS AND NAVAL VESSELS.** The new technology of waste and sewage disposal water treatment from civil ships and navy vessels is described. New environment - oriented modular packages, tested and endorsed in the water transport industry are offered. Upgraded methods for decontamination of marine water treatment system and environmental sanitation of riparian water protection zone, developed from alternative types of energy and low waste technologies are presented.

**Key words:** maritime transport, decontamination technology, waste water, sewage disposal water.

**Введение.** Морской транспорт, наряду с промышленностью и сельским хозяйством, вносит значительный вклад в загрязнение Мирового океана, в связи с несанкционированным сбросом различных категорий хозяйственно-бытовых, льяльных, балластных вод, а также твердых и нефтяных отходов [1, 2, 6].

Предотвращение загрязнения водоемов судовыми отходами, как гражданских, так и военных судов, - важная составная часть общей проблемы охраны окружающей среды. Каждое судно является потенциальным источником загрязнения водоемов, так как любое судно - это перемещаемый по водоему комплекс «производственное предприятие - населенный пункт» [5].

При эксплуатации судов происходит загрязнение сточными и льяльными водами, сухим мусором, пищевыми отходами, а также нефтепродуктами при аварийных разливах, зачистке танков и т. п. Особенно быстро загрязняются реки и озера. Охрана их чистоты требует большего внимания, чем океанов и морей. Наиболее неблагоприятная обстановка складывается в местах скопления судов, в портах [3, 4].

Накоплен опыт по созданию и эксплуатации специальных судовых устройств по уничтожению различных видов отходов. Указанный опыт распространяется на эксплуатацию гражданских и военных судов как в морских условиях, так и на внутренних водоемах, где к ним предъявляются повышенные требования [1].

Цели и задачи работы - дать научное обоснование внедрения приоритетных природоохранных технологий для защиты от загрязнения морской среды и сохранения здоровья людей и прибрежных зон рекреации при судоходстве.

Материалы и методы исследования: образцы сточных вод, забранных на пассажирских, грузовых и военных судах. Используются методы исследования: санитарно-гигиенические, экологические, технологические, экономические (расчетные). Судовые сточные воды забирали в 500-миллилитровые стеклянные флаконы, предварительно простерилизованные, закрытые резиновыми пробками. Вирусологические исследования проводили в день забора или спустя несколько дней при хранении сточных вод в холодильнике (2°C). Сточную воду фильтровали через ватно-марлевый фильтр и концентрировали с помощью бентонита, на котором адсорбируются энтеровирусы с последующей элюцией.

Результаты и их обсуждение. Изучена эффективность методов очистки и обеззараживания сточных вод, применяемых на судах, оснащенных станциями очистки зарубежных производителей: «ЛК», «Трайидент», «Хаманн» и «Термобиамак».

Нами исследовано 34 образца сточных вод, забранных на различных судах

(табл. 1). Получено 68 элюатов судовых сточных вод: по 2 от каждого образца стоков.

Таблица 1

Эффективность работы судовых станций очистки и обеззараживания по санитарно-вирусологическим показателям

Тип судовой станции	Число элюатов	Из них содержали вирус		Тип вируса
		до очистки	после очистки	
«ЛК»	28	0	3	Адено, Коссаки В <sub>3</sub>
«Термобиомак»	14	2	2	Коссаки В <sub>3</sub> , Полиовирус I типа
«Трайидент»	16	2	2	Коссаки В <sub>3</sub>
«Хаманн»	10	0	0	-
Итого	68	4	7	

Из таблицы 1 видно, что используемые станции очистки не обладают достаточной вирулицидной эффективностью по отношению к кишечным вирусам. Так, из сточных вод, отобранных на судах, используемых установки типа «ЛК», до очистки кишечные вирусы не обнаружены, тогда как после очистки в 3-х элюатах обнаружены вирусы Коссаки В<sub>3</sub> и аденовирусы. Из стоков, забранных на судах с очистительными установками типа «Термобиомак» как до очистки, так и после - в 2-х элюатах обнаружены вирусы: Коссаки В<sub>3</sub> и полиовирус I типа. Аналогичная картина получена при исследовании сточных вод из судов, используемых очистительные установки типа «Трайидент», где обнаружены вирусы Коссаки В<sub>3</sub>. При исследовании сточных вод судов, оснащенных очистительными установками типа «Хаманн» вирусы не определялись ни до, ни после очистки.

Для вирусологического изучения элюатов были использованы перевиваемые культуры клеток Нер-2, на которых проведены заражение и два «слепых» пассажа (рис. 1). Результаты оценивались с помощью реакции нейтрализации с поли- и моновалентными специфическими сыворотками по учету дегенерации клеток.

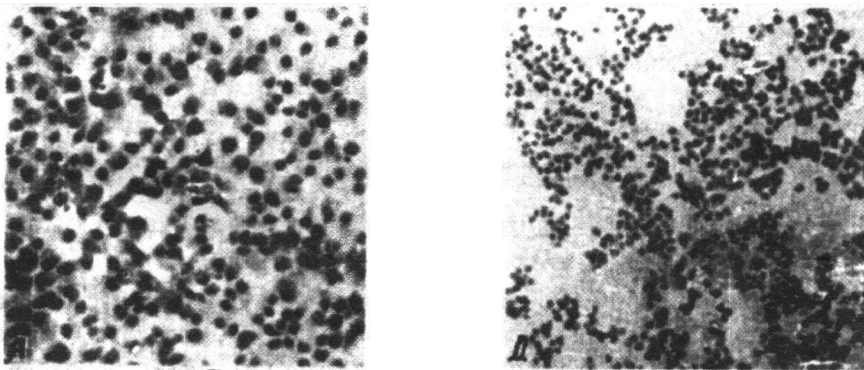


Рис. 1 Культура перевиваемых клеток Нер-2.

1 - контроль; 2 дегенерация клеток Нер-2 под воздействием энтеровирусов

Изучение образцов судовых стоков многокомпонентного состава, прошедших регламентированную обработку в установках очистки и обеззараживания сточных вод биологического или физико-химического принципов действия, а также образцов шлама, образующегося после физико-химической обработки, показало их неблагополучие и по паразитологическим показателям. В процессе проведения исследований определяли видовой состав цист патогенных кишечных простейших, яиц и личинок гельминтов, а

также их жизнеспособность и количество в исследуемом материале.

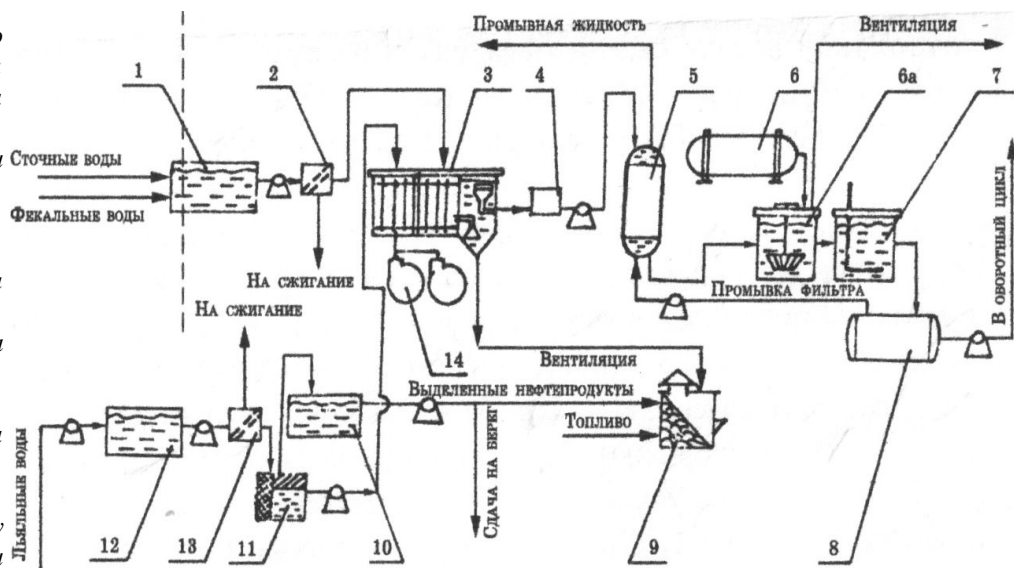
Результаты исследований показали высокую частоту обнаружения жизнеспособных яиц гельминтов и цист простейших как в образцах шлама, так и в осадках судовых балластных и сточных вод, прошедших обработку на судовых установках очистки и обеззараживания сточных вод. Для установок биологического принципа действия положительный результат составлял 50,0 %, а для установок физико-химического принципа действия - 30,0%. В изученных пробах выделены яйца аскарид (*Ascaris lumbricoides*), власоглава (*Trichocephalus trichiurus*), описторхиса (*Opistorchis felineus*), остриц (*Enterobius vermicularis*), а также цисты кишечной (*Entamoeba coli*) и дизентерийной (*Entamoeba histolytica*), амёб - с судов, прибывающих из портов Африки, Южной Америки и Юго-Восточной Азии. Полученные результаты свидетельствуют о низкой барьерной функции действующих судовых систем очистки и обеззараживания в отношении таких устойчивых форм, какими являются цисты простейших и яйца гельминтов.

Таким образом, неудовлетворительно обработанные судовые сточные воды представляют санитарно-эпидемиологическую опасность и создают угрозу широкой контаминации морской среды.

Новым этапом в совершенствовании природоохранного оборудования стал комбинированный вариант обработки сточных вод, в технологической схеме которого предусмотрен песчаный фильтр, вступающий в работу после биохимической очистки с активированным углем, хорошо себя зарекомендовавшим в качестве ступени глубокой доочистки воды от растворённых и взвешенных веществ, бактериальной загрязнённости и запахов (рис. 2).

Рис. 2.

Технологическая схема комбинированной очистки и сточных вод для автоматизированной рециркуляции



ой судовой системы.

1 - накопительная емкость; 2,13 — решетки; 3 — биохимическая установка; 4 — сборная емкость; 5 — угольный фильтр; 6 — озонатор; 6а — смеситель озона; 7 — дезодоратор; 8 — сборная емкость; 9 — печь; 10 — емкость для сбора нефтепродуктов; 11 — нефтеотделитель; 12- емкость льяльных вод; 14 — воздуховуки

В условиях эксперимента были достигнуты показатели очищенной воды, соответствующие установленным нормам. Концентрация нефтепродуктов снизилась с 80,0 мг/л до 3,8 и 2,1 в первой и второй повторностях опыта. Эти величины значительно ниже санитарных норм сброса с речных (10,0 мг/л) и морских (15,0 мг/л) судов. БПК<sub>5</sub> очищенной воды не превышал регламентируемой величины 50,0 мг O<sub>2</sub>/л. Наблюдалось снижение БПК<sub>5</sub> с 250,0 мг O<sub>2</sub>/л до 43,0, содержание азота аммония снизилось на 65,0%. Интенсивную нитрификацию можно объяснить хорошей насыщенностью кислородом очищаемой жидкости. В результате лабораторных исследований экспериментально подтверждена возможность совместной обработки судовых нефтесодержащих и

судовых сточных хозяйственно-бытовых вод. При этом глубина очистки воды от нефтепродуктов и других органических веществ не уступала показателям, достигнутым на промышленных установках при аналогичных режимах культивирования.

В процессе исследования разработана серия прородоохранных технологий, предназначенных для внедрения на грузовых и военных судах морского флота Украины.

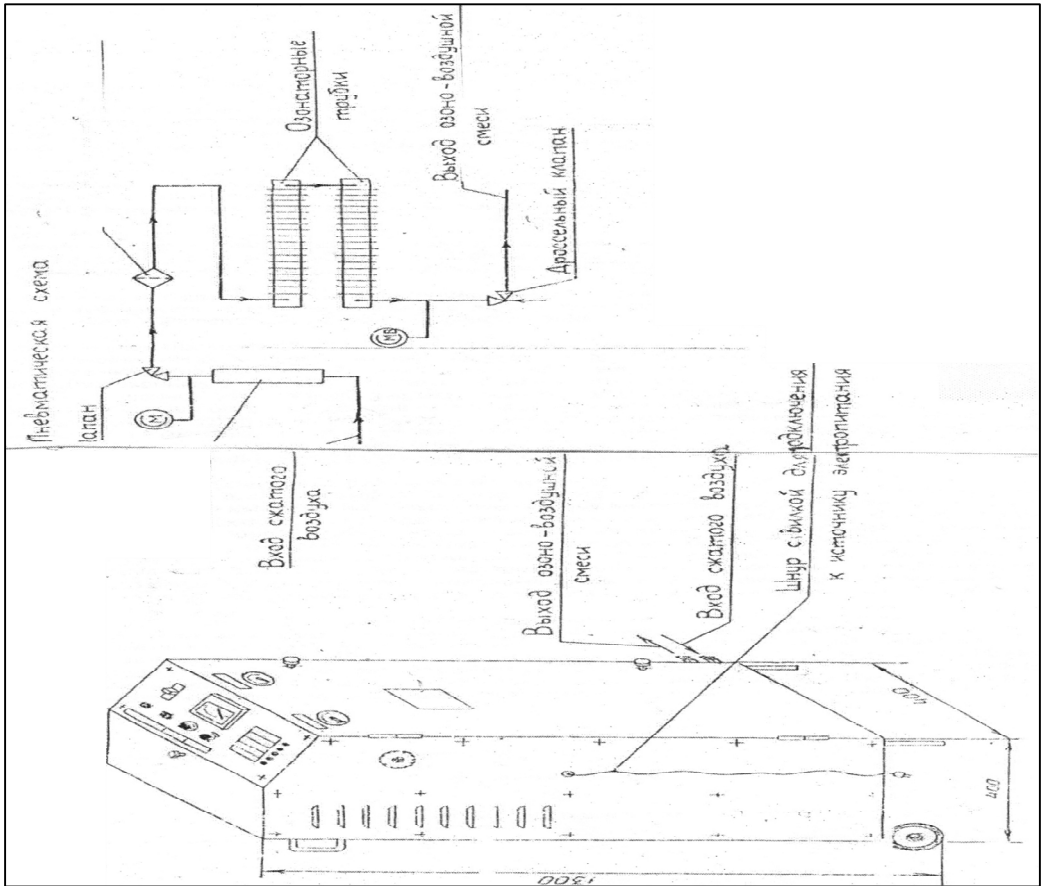


Рис. 3. Агрегат озонаторный (блок-схема), производительность 10 л озона в час.

По требованию заказчика озонаторный агрегат может быть доукомплектован воздушным компрессором (производительность 14,5 м<sup>3</sup>/ч, рабочее давление 0,8 Мпа, масса 18 кг)

А. Предложена универсальная система обезвреживания водяного изолированного балласта и других жидких сред, основанная на использовании озонаторного агрегата в зависимости от производительности балластного насоса с характеристиками соответствующего оборудования; система выполнена как в стационарном, так и передвижном виде, без накопительной емкости с возможностью максимального применения водно-кислородной смеси и ультраволновой технологии (рис. 3).

Проект разработан в соответствии с Международной Конвенцией и национальными Правилами, предъявляемыми к качеству судового водяного балласта, допускаемого для сброса в территориальных водах и непосредственно в акваториях портов. Разработка внесена во Всемирный реестр АТТМ.

Б. Препарат сухих микроорганизмов активного ила (ПСМАИ) для ускоренного ввода в эксплуатацию судовых установок очистки и обеззараживания сточно-фановых вод биологического принципа действия. Эксплуатируемые на судах установки очистки и обеззараживания сточных вод биологического принципа действия

нуждаются в постоянном регулировании процессов формирования активного ила. Вместе с тем, активный ил нередко деградирует из-за применения на судах различных типов мощных средств, пагубно влияющих на его микроценоз. Это является причиной неудовлетворительной работы установок и, как следствие, загрязнения морской среды, что, в свою очередь обуславливает значительные штрафные санкции.

В связи с официальным вводом 27.09.2003 в действие IV приложения Международной морской конвенции МАРПОЛ 73/78 «Правила предотвращения загрязнения сточными водами» значительно усилился контроль портовых властей и контролирующих органов за эффективностью работы судовых установок по обработке сточных вод.

Препарат сухих микроорганизмов (ПМС) вырабатывается из сапрофитной микрофлоры активного ила аэрационных сооружений биохимической очистки сточных вод путем обезвоживания микробных клеток с сохранением их жизнеспособности в состоянии анабиоза. Представляет собой порошок коричневого цвета с массовой долей влаги 8-12%. При внесении ПСМ в аэрационные камеры биохимических очистных установок, подлежащих вводу в эксплуатацию, микроорганизмы в короткий срок восстанавливают способность к окислению загрязнений, содержащихся в сточных водах, и структуру биоценоза, характерную для активных илов.

Биокатализатор очистки сточных вод под воздействием высокоактивного носителя. Продукция обеспечивает ускоренный ввод установки на стабильный режим эксплуатации (24-36 часов). Используемая технология повышает эффективность очистки сточных вод без конструктивных изменений блоков санитарных систем и снижает энергоемкость процессов. Новый препарат отличается активностью, технологичностью, высоким качеством, безопасностью применения, обеспечивает высокую степень чистоты производства и эффективность в решении вопросов предотвращения загрязнения морской среды сточными водами.

Проект разработан в соответствии с требованиями МАРПОЛ 73/78 и «Державними санітарними правилами для морських суден України» ДСП 7.7.4-057-2000. Представленные разработки защищены патентами Украины. Технология изготовления биоактиватора регламентирована.

В. Волно-энергетический модуль для защиты рекреационных зон предназначен для защиты берегов в условиях волновой нагрузки, примерно, при высоте волны до 1-1,5 м. Служит для повышения эффективности циркуляции воды из открытой части акватории в замкнутую ее часть, при этом обеспечивая ее защиту от плавающих нефтепродуктов и мусора в открытой акватории (рис. 4).

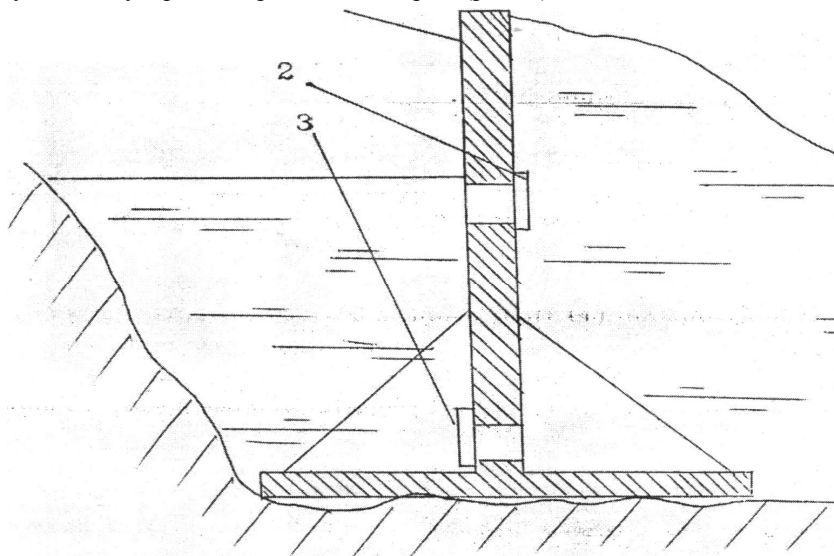


Рис. 4. Волнозащитное сооружение

1 - плиты; 2, 3 - заслонки сквозных отверстий

Волнозащитное сооружение содержит установленные в ряд вдоль

фронта волн блоки, выполненные в виде последовательно соединенных между собой вертикально расположенных плит (1), нижние концы которых укреплены на дне водоема, снабженные сквозными отверстиями (2, 3). Устройство работает по принципу сообщающихся сосудов с помощью возникающей разницы гидростатического давления.

Плиты выполнены из коррозионно-стойкого дешевого материала, например, чугуна и представляют собой одинаковые отливки. Каждая плита устройства содержит элементы крепления для возможности транспортировки и установки плиты при монтаже. Для увеличения продольной и поперечной жесткости плит при небольшой толщине они могут быть снабжены ребрами жесткости. Плиты могут изготавливаться сборными для получения различной их высоты в случае установки плит на дне, имеющем переменный рельеф. Необходимым условием является требование, чтобы высота установленной над водой плиты была не менее средней частоты волн. Препградой из плит можно замыкать необходимый участок акватории с трех и более сторон в зависимости от требований, предъявляемых к защищаемой акватории.

При применении волнозащитного сооружения теоретически уменьшается вероятность подмыва берегового участка набегающими волнами, т.е. осуществляется противооползневый эффект; сохраняется чистота водного зеркала; не допускается проникновение плавающих нефтепродуктов и мусора за ограждение; в местах, где возможно обитание хищных рыб, на территориях пляжа отпадает необходимость установки защитных сеток, которые, кстати, не могут препятствовать проникновению загрязнений, плывущих из открытого моря.

Наиболее целесообразно применение нововведения на участках массового отдыха и оздоровления людей - морских рекреаций.

Г. Способ обеззараживания водоемов низкочастотным электромагнитным полем предназначен для промышленного обеззараживания сточных и канализационных вод, водоподготовки питьевой воды, обеззараживания больших и малых водоемов, лиманов, побережья моря и балластных вод. Обеспечивает снижение бактериальной обсемененности: ОМЧ, ЛПК от 30 до 150 раз (заключение НИИ морского транспорта и областной санэпидстанции). Преимущества способа: обеззараживание без химреагентов, значительная экономия электроэнергии. Отличительными особенностями являются: обеззараживание мощных водных объектов, позволяет обеззараживать флору и фауну одновременно. Установка экономична и безвредна для человека и для окружающей среды, используется в медицинских целях для восстановления функций иммунной системы. Обладает следующими техническими характеристиками: напряжение электрического поля -10-30 В, напряжение магнитного поля 12-25 нТл; длительность обработки в сутки - 24 часа; длительность цикла -7-10 дней; частота излучения источника.

### ***Заключение***

В результате многолетних исследований нами сформулирована эколого-гигиеническая концепция антропо-техногенного влияния плавсредств морского флота на природные объекты, на основании которой рекомендованы неотложные меры поэтапного оздоровления морской среды с системой управления нагрузкой морехозяйственного комплекса и береговых объектов на водоемы методами математического моделирования (порт-акватория-водоотведение-рекреация).

При организации оздоровительных мероприятий в черноморских портах и зонах рекреации в системе санитарно-эпидемиологического надзора следует учитывать необходимость совершенствования и внедрения современных научно-обоснованных средств защиты от загрязнения водоемов. Представленные разработки и нововведения основаны на альтернативных видах энергии. Предложенные технологии могут быть реализованы не только на судах гражданского и военно-морского флота, но и в области водоотведения, переработки и утилизации отходов в сфере деятельности народно-хозяйственного комплекса.

### ***Выводы***

Впервые разработаны комплексные средства защиты моря от загрязнения в процессе судоходства. Предложены и апробированы:

- устройство для обезвоживания жидкой фракции сточных вод на судах с целью сохранения экологической чистоты водных бассейнов;

- волно-энергетический модуль защиты рекреационных зон, предназначенный для стимулирования аэрации водных масс в акваториях портов и рекреационных районов с целью профилактики заболеваемости и экологической безопасности;

#### *Литература*

1. Голубятников Н. И. Защита водоемов от загрязнения при судоходстве / Н. И. Голубятников / Одесса: Феникс, 2009. - 430 с.

2. Особенности и нормативные положения новых санитарных правил охраны прибрежных вод морей // Г. И. Сидоренко, В. Г. Субботин, Ю. А. Рахманин, Г. Н. Красовский // Гигиена и санитария. - 1975. -№ 7. - С. 3 - 8.

3. Brunner B. Aussies Assemble Consortium / B. Brunner // Ballast Water News. – 2000. –Issue 2. – P.7.

4. Okun D.A. Community wastewater collection and disposal // D.A.Okun, Y Ponghis. - WHO, Geneva. - 1975. - 287 p.

5. Международные медико-санитарные правила, ВОЗ, (2005). 2009. - 191 с.

6. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года и Протокол 1978 года. - М.: ЦРИА «Морфлот», 1980. - 364 с.

Работа поступила в редакцию 05.06.2014 года.

Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования