

*В. И. Решняк, А. И. Каляуш, А. Н. Григорьев*

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОДСЛАНЕВОЙ ВОДЫ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

С целью предотвращения загрязнения водоемов при эксплуатации судов и судовых энергетических установок предложено решение проблемы организации процессов сбора, транспортировки и водоотведения нефтесодержащей подсланевой воды. Впервые сформулированы базовые принципы организации внесудовой очистки. Предложено считать весь процесс существования подсланевой воды от ее образования до отведения после очистки в водоем единым процессом, а все операции – одной технологией перемещения нефтесодержащей подсланевой воды (принцип «единой технологии перемещения»). Кроме того, предложен принцип «разнесенной» технологии очистки подсланевой воды, который предполагает возможность размещения отдельных очистных устройств на разных объектах. Разработана и представлена матрица технологии перемещения нефтесодержащей подсланевой воды, позволяющая выбирать оптимальные варианты перемещения с учетом конкретных условий для каждого участка водных путей. Матрица включает в себя перечисление всех возможных операций с подсланевой водой и комплекс технических средств по каждой операции. Установлено, что еще одной стороной проблемы предотвращения загрязнения водоемов нефтесодержащей подсланевой водой является расстановка средств внесудовой очистки. Задача расстановки технических средств внесудовой очистки является оптимизационной задачей, решение которой также позволяет повысить эффективность организации перемещения нефтесодержащей подсланевой воды.

**Ключевые слова:** нефтесодержащая подсланевая вода, внесудовая очистка, технология перемещения, «разнесенная» технология очистки, транспортировка, временное хранение, очистка и водоотведение нефтесодержащей подсланевой воды.

### Введение

Эксплуатация судов и судовых энергетических установок (СЭУ) характеризуется рядом факторов, отрицательно влияющих на окружающую среду [1–3]. Одним из таких факторов является образование нефтесодержащей подсланевой воды (НПВ). К настоящему времени уже накоплен определенный опыт решения проблемы предотвращения загрязнения водоемов подсланевой водой. Известно, что одним из способов предотвращения загрязнения водоемов НПВ является внесудовая ее очистка [4, 5]. Этот способ является наиболее оптимальным, а часто и единственно возможным путем решения проблемы загрязнения при судоходстве на внутренних водных путях. Следует отметить, что проведенный анализ [1, 2] использования технических средств для внесудовой очистки и собственно процесса внесудовой очистки показывает отсутствие упорядоченности в ее организации, а также недостаточное количество типов необходимых технических средств, что не позволяет эффективно осуществлять внесудовую очистку. В настоящее время для внесудовой очистки НПВ применяются такие технические средства, как суда-сборщики и плавучие очистные станции. Как показали наши исследования, спектр технических средств может быть существенно расширен. В целом же применение средств внесудовой очистки подсланевой воды требует организации и упорядочения, для этого необходима разработка основ технологии перемещения подсланевой воды и разработка более широкого спектра технических средств для внесудовой очистки. Такая необходимость является тем более актуальной, что упомянутая технология перемещения подсланевой воды, а также выбор комплекса технических средств определяются условиями эксплуатации судов на определенном участке водных путей (интенсивность судоходства, наличие портов или населенных пунктов, навигационные условия движения судов). Это означает, что для каждого конкретного участка водных путей может потребоваться разработка отдельной технологии перемещения подсланевой воды (сбора воды с судов, ее транспортировки, временного хранения, очистки и организации водоотведения), а также выбор комплекса технических средств, который обеспечит реализацию упомянутой технологии.

Целью настоящего исследования является разработка технологии перемещения подсланевой воды, которая базируется на новом подходе к решению проблемы организации внесудовой очистки.

### **Теоретические основы технологии перемещения подсланевой воды**

Новый подход к решению проблемы организации внесудовой очистки подсланевой воды отражается в сформулированных нами базовых принципах.

К первому принципу (принципу «единой технологии перемещения НПВ») необходимо отнести предложение считать весь процесс существования НПВ – от момента ее образования на судне при эксплуатации СЭУ до сброса очищенной подсланевой воды в водоем – одним процессом. Учитывая, что такой процесс включает в себя разные операции, следует рассматривать его как процесс технологический, как технологию перемещения подсланевой воды. Одновременно мы предлагаем использовать упоминаемый в настоящей статье термин «перемещение», обобщенно подразумевающий любые действия с подсланевой водой.

Второй принцип разработки технологии перемещения НПВ мы сформулировали как принцип «разнесенной технологии очистки». Он относится к организации операции очистки подсланевой воды и предполагает размещение разных очистных устройств на разных объектах. Например, одним из вариантов применения этого принципа является использование барж-накопителей с одновременной очисткой НПВ седиментацией (отстоем) [6]. Последующая очистка адсорбцией может быть осуществлена в блоке адсорбционных фильтров, которые могут быть расположены на других объектах, например, на специализированном судне [7]. Аналогичный подход может быть применен при использовании других способов глубокой очистки, например, озонировании, которое успешно применяется на судах [8, 9].

Некоторые варианты применения «разнесенной» технологии описаны в [1], и они не исключают возможности разработки новых.

Технология перемещения НПВ предполагает набор и последовательность различных операций, которые зависят от условий и места эксплуатации судов, а также от тех задач, которые должны быть решены при организации процесса перемещения НПВ. К основным таким задачам относятся:

- обеспечение удобной и безопасной для движения (эксплуатации) судов и выполняемой в возможно короткое время передачи с судов накопившейся подсланевой воды;
- сокращение затрат на перемещение НПВ;
- обеспечение требуемой очистки НПВ перед сбросом в водоем или передачей ее в приемную канализацию.

В целом технология перемещения НПВ включает следующие действия или операции:

- передача НПВ с судна на приемный объект;
- транспортировка НПВ;
- временное хранение;
- очистка;
- водоотведение очищенной НПВ.

Указанные операции и действия с НПВ могут осуществляться разными способами и с помощью разных технических средств.

В некоторых случаях технология перемещения НПВ включает в себя не все упомянутые операции, в других – операции могут накладываться друг на друга, т. е. осуществляться в одно и то же время и (или) в одних и тех же устройствах. Таким образом, технологии перемещения НПВ могут быть разными, а это значит, что при организации деятельности, связанной с НПВ, возникает возможность выбора технологии и организации перемещения НПВ по наиболее оптимальному варианту.

Для выбора технологии мы предлагаем воспользоваться матрицей (табл.), в которую внесены перечень всех возможных операций, имеющих место при перемещении НПВ, и возможных способов и средств для их осуществления.

Матрица технологии перемещения нефтесодержащей подсланевой воды

Способ выполнения операции по перемещению нефтесодержащей подсланевой воды	Операция или действие в процессе перемещения нефтесодержащей подсланевой воды			
	А	В	С	...
1				
2				
3				
...				

В приведенном примере матрицы латинскими буквами – А, В, С, (и т. д.) обозначены операции, которые могут осуществляться с подсланевой водой, а цифрами – способы или технические средства осуществления каждой операции, с учетом, что каждая операция может быть осуществлена разными способами. Например, передача НПВ с судна на приемный объект обозначена буквой А; транспортировка НПВ – В; временное хранение – С; очистка – D; водоотведение очищенной НПВ – Е (в реальном рабочем процессе могут быть использованы другие обозначения).

Рассмотрим подробнее различные операции и способы их выполнения.

*Передача НПВ с судов* (операция А) может осуществляться на различные приемные объекты. Приемным объектом могут быть универсальное судно-сборщик судовых отходов, судно-сборщик подсланевой воды, приемно-накопительные устройства (береговые или плавучие), очистные сооружения (береговые или плавучие). Передача НПВ с судов на приемные устройства может осуществляться следующими способами: при стоянке судна и при подходе к нему устройства (средства) для приема подсланевой воды, при движении судна и подходе к нему приемного устройства (средства), а также при подходе судна к стационарно существующему (береговому или плавучему) приемному объекту.

Учитывая, что одна и та же операция передачи НПВ с судна на приемный объект может происходить в разных условиях эксплуатации судов (при разгрузке-погрузке судна или его движении, при наличии или отсутствии обустроенной береговой линии, при наличии или отсутствии населенных пунктов и пр.), необходимо предусмотреть достаточно широкий спектр возможностей выполнения этой операции, позволяющий оптимально организовать эту операцию. Оптимальная организация подразумевает безопасное маневрирование судов для осуществления передачи НПВ с судна, а также осуществление этой операции в короткие сроки.

В предложенной выше матрице рассмотрены следующие способы и средства выполнения операции А:

А1 – передача НПВ с судна на судно-сборщик (универсальное или специализированное) или на самоходные очистные сооружения при подходе указанных приемных объектов к судну;

А2 – передача НПВ с судна на плавучую очистную станцию или на баржу-накопитель при подходе судна к указанным объектам;

А3 – передача НПВ с судна на стационарный береговой приемный объект (береговые очистные сооружения или емкость для временного хранения подсланевой воды) при подходе судна к берегу или стоянке у берега;

А4 – передача НПВ с судна на нестационарный (мобильный) береговой объект (специальный автомобиль для сбора подсланевой воды) при подходе судна к берегу или стоянке у берега.

Передача НПВ с судна, которое стоит у причала или на якоре, предполагает наименьшее количество маневров, следовательно, и наибольшую безопасность судовождения при осуществлении этой операции. Операцию передачи НПВ можно совмещать с другими операциями, например, разгрузки-погрузки судна, при этом появляется возможность экономии времени рейса. Осуществление операции передачи таким способом возможно или с помощью судов-сборщиков (универсальных или специализированных), или с помощью береговых технических средств (стационарных или мобильных). Стационарный береговой приемный объект предполагает наличие приемной системы трубопроводов, а также наличие приемной или приемно-накопительной емкости. В свою очередь такая емкость может иметь стационарное исполнение или временно размещаться вблизи места приема подсланевой воды.

*Транспортировка НПВ* (операция В) может быть осуществлена следующими способами и средствами:

- В1 – транспортировка НПВ с помощью судов-сборщиков (универсальных и специализированных);
- В2 – транспортировка НПВ с помощью системы трубопроводов, расположенных на берегу (причале);
- В3 – транспортировка НПВ с помощью автотранспортных средств.

Транспортировка НПВ с помощью судов-сборщиков (универсальных и специализированных) является самым распространенным и известным способом транспортировки.

Транспортировка с помощью средств автотранспорта может быть использована при организации обслуживания судов малого флота в больших городах. Подсланевая вода, которая поступает с таких судов, для очистки и последующего водоотведения транспортируется в место расположения очистных сооружений или место согласованного сброса очищенной воды. И это рациональнее всего сделать с помощью автотранспорта.

Кроме того, посредством трубопровода или автотранспорта очищенная вода может быть транспортирована к объекту ее повторного использования.

*Временное хранение* (операция С) может быть осуществлена следующими способами с помощью следующих устройств:

- С1 – временное хранение НПВ на плавучих баржах-накопителях;
- С2 – временное хранение НПВ на береговых объектах хранения (в накопительных емкостях).

Использование барж-накопителей является приемлемым на участках водных путей, которые характеризуются значительной протяженностью и отсутствием портов или населенных мест. К таким, например, относится большинство рек Сибири и европейского Севера. При использовании сети барж-накопителей основными параметрами становятся объем этих накопительных средств, а также их размещение. Эти параметры являются взаимозависимыми (чем чаще установлены баржи, тем меньше объем каждой из них), и от правильного их выбора зависит в целом эффективность технологии перемещения НПВ или, другими словами, эффективность внесудовой инфраструктуры НПВ.

Использование береговой накопительной емкости может быть совмещено с функцией приема подсланевой воды. Основным технологическим параметром, характеризующим работу береговой приемно-накопительной емкости, является ее объем, который может быть определен по методике, представленной в [1].

*Очистка НПВ* (операция D) может осуществляться с помощью следующих технических средств:

- D1 – очистка НПВ на плавучих очистных сооружениях (станциях), оборудованных полным комплексом необходимых очистных устройств;
- D2 – очистка НПВ на нескольких плавучих очистных сооружениях, каждое из которых оборудовано некоторой частью очистных устройств («разнесенная технология очистки»);
- D3 – очистка НПВ на береговых очистных сооружениях (стационарных и мобильных).

Обработка НПВ на плавучих очистных станциях с полным набором устройств, необходимых для обеспечения требуемой степени очистки, может предусматривать непрерывный или периодический режим работы станции. При непрерывном режиме работы станции оборудование плавучей очистной станции должно предусматривать соответствующие условия труда и отдыха персонала (команды), что предполагает наличие соответствующих судовых помещений. Организация работы очистной станции и выполнения персоналом (командой) своих обязанностей зависит от типа энергетического обеспечения плавучей очистной станции, которое может быть автономным или береговым. Выбор способа энергообеспечения определяет конструкцию станции и уровень ее оснащения энергетическим оборудованием.

Очистка НПВ на береговых очистных сооружениях может быть организована на стационарной и мобильной базе. Как и в случае плавучих очистных сооружений, при организации собственно процесса очистки НПВ может быть применен принцип «разнесенной» технологии очистки. Одним из вариантов является использование береговой приемно-накопительной емкости в качестве отстойника, а окончательную очистку, например, озонированием и адсорбцией, можно осуществлять на отдельных локальных очистных сооружениях.

Операция *водоотведения* (операция E) может пространственно не совпадать с операцией очистки воды, поэтому может быть организована следующим образом:

- E1 – водоотведение очищенной НПВ в водоем непосредственно от очистных (береговых или плавучих) сооружений или систем;
- E2 – водоотведение очищенной НПВ в месте согласованного сброса в природный водоем;
- E2 – водоотведение очищенной НПВ в городскую канализацию;
- E4 – повторное использование очищенной НПВ.

На выбор способа организации водоотведения влияет содержание требований к качеству очищенной воды [10].

Все данные о способах осуществления каждой из возможных операций заносятся в матрицу операций (таблица).

Следующим шагом в разработке технологии является выбор с помощью составленной матрицы двух-трех вариантов технологии перемещения НПВ и окончательное определение оптимального по результатам сравнения технико-экономических показателей.

При организации процесса перемещения НПВ может иметь место еще одно обстоятельство. В силу определенных причин в процессе перемещения НПВ может наблюдаться неравномерное поступление подсланевой воды на плавучую очистную станцию. Решение этой проблемы обеспечивается применением так называемых «буферных емкостей», расчет объема которых приведен в других работах авторов [1].

Кроме того, организация процесса перемещения предполагает не только разработку технологии такого перемещения, но и расстановку технических средств на участке водных путей. Например, расстановка барж-накопителей или место размещения очистных сооружений оказывают влияние на возможность и эффективность решения тех задач, которые были сформулированы в начале настоящей работы. Оптимизировать размещение технических средств можно с точки зрения разных критериев, например, наименьшего общего пробега судов-сборщиков подсланевой воды при ее сборе на участке водных путей и доставке на очистные сооружения. Кроме того, учитывая навигационные условия работы судов-сборщиков, расстановку плавучих очистных станций необходимо осуществлять с точки зрения суммарного времени пробега. Аналогичным образом должен рассматриваться вопрос о размещении барж-накопителей подсланевой воды, которые обслуживаются специализированными судами. При этом необходимо учитывать не только общий пробег этих судов и общее время их перемещения при обслуживании барж-амбаров, но и интенсивность накопления подсланевой воды на судах, работающих на исследуемом участке водных путей.

### **Заключение**

Таким образом, в работе впервые сформулированы базовые принципы организации внесудовой очистки НПВ – принцип «единой технологии перемещения» и принцип «разнесенной технологии очистки» НПВ, которые позволили разработать теоретические основы технологии перемещения НПВ. Нами предложено также новое понятие – «перемещение НПВ», которое объединяет все возможные операции с подсланевой водой – от ее передачи с судов до отведения очищенной подсланевой воды в водоем. Также разработана матрица технологии перемещения НПВ, позволяющая осуществить выбор оптимальной технологии для различных условий организации внесудовой очистки НПВ на разных участках водных путей. Наши предложения представляют практическую ценность для эффективной организации внесудовой очистки нефтесодержащей воды при эксплуатации судов на внутренних водных путях.

### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

1. Решняк В. И. Предотвращение загрязнения водоемов нефтесодержащей подсланевой водой при эксплуатации судов и судовых энергетических установок / В. И. Решняк. СПб.: СПГУВК, 2011. 207 с.
2. Решняк В. И. Стратегия предотвращения загрязнения внутренних водных путей и моря при эксплуатации судов / В. И. Решняк, В. Е. Леонов // Сб. трудов Междунар. конф. «Современные и инновационные технологии» (Херсон, 2011 г.). Херсон, 2011. С. 277–281.
3. Решняк В. И. Предотвращение загрязнения окружающей среды при эксплуатации судов: учебное пособие / В. И. Решняк. СПб.: СПГУВК, 2008. 24 с.
4. Писарев А. О. Актуальные проблемы очистки судовых нефтесодержащих вод / А. О. Писарев, А. С. Курников // Вестн. Волж. гос. акад. водн. транспорта. 2009. № 27. С. 97–108.

5. *Венцюлис Л. С.* Основы охраны окружающей природной среды на водном транспорте: учебное пособие / Л. С. Венцюлис. СПб.: СПГУВК, 2002. 64 с.
6. *Кульский Л. А.* Основы химии и технологии воды / Л. А. Кульский. Киев.: Наукова думка, 1991. 340 с.
7. *Кучинская А. А.* Технология очистки судовых нефтесодержащих вод с использованием природных сорбирующих материалов: дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук / А. А. Кучинская. Изд-во Гос. мор. ун-та им. адм. Ф. Ф. Ушакова, Новороссийск, 2014. 117 с.
8. *Решняк В. И.* Исследование особенностей процесса окисления в дисперсной системе «вода – эмульгированные нефтепродукты» / В. И. Решняк, А. С. Курников, К. В. Решняк // Журнал ун-та водн. коммуникаций. 2010. № 7. С. 171–178.
9. *Мизгирев Д. С.* Экспериментальные исследования современных судовых систем очистки сточных вод (СОСВ) / Д. С. Мизгирев, А. С. Курников, О. Л. Почкалов // Вестн. Гос. ун-та мор. и реч. флота им. адм. С. О. Макарова. 2014. № 4. С. 169–176.
10. *РД 152-011-00.* Наставление по предотвращению загрязнения внутренних водных путей при эксплуатации судов. М.: МОРКНИГА, 2009. 52 с.

Статья поступила в редакцию 18.02.2016

### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Решняк Валерий Иванович** – Россия, 198035, Санкт-Петербург; Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова; г-р техн. наук, профессор; зав. кафедрой «Химия и экология»; kaf\_chemistry@gumrf.ru.

**Каляуш Александр Иванович** – Россия, 198035, Санкт-Петербург; Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова; старший преподаватель кафедры «Химия и экология»; kaf\_chemistry@gumrf.ru.

**Григорьев Александр Николаевич** – Россия, 198035, Санкт-Петербург; Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова; аспирант кафедры «Химия и экология»; kaf\_chemistry@gumrf.ru.



*V. I. Reshnyak, A. I. Kalyaush, A. N. Grigoriev*

### **THEORETICAL PRINCIPLES OF TECHNOLOGY OF MOVEMENT OF BILGE WATER IN MARINE POWER INSTALLATIONS**

**Abstract.** In order to prevent from the pollution of reservoirs while operating the ships and marine power installations, it is proposed to initiate the processes of collecting, transportation and water disposal of oily bilge water. The basic principles of the organization of external ship cleaning are formulated for the first time. It is proposed to consider all the process of existence of bilge water from its origination to disposal after purification into the reservoir as a single process, but all the operations – as one technology of movement of oily bilge water (the principle of "single technology of movement"). Besides, the principle of the "carried" technology of bilge water purification, which assumes a possibility of the allocation of separate purifying devices at different objects, is presented. The matrix of technology of movement of oily bilge water, allowing to choose the optimal variants of movement taking into account specific conditions for each site of waterways, is developed and presented. The matrix includes all possible operations with bilge water and a complex of technical means on each operation. It is shown that one more side of the problem of prevention from the pollution of reservoirs with oil-containing bilge water is an arrangement of the means of extra ship cleaning. The task on the arrangement of technical means of external ship cleaning is an optimizing task, the solution of which also allows to increase the efficiency of the organization of movement of oily bilge water.

**Key words:** oily bilge water, external ship cleaning, technology of movement, "carried" technology of cleaning, transportation, temporary storage, purification and water disposal of oily bilge water.

## REFERENCES

1. Reshniak V. I. *Predotvrashchenie zagriazneniia vodoemov neftesoderzhashchei podslanevoi vodoi pri ekspluatatsii sudov i sudovykh energeticheskikh ustanovok* [Prevention from pollution of the reservoirs with oily bilge water while operating ships and marine power installations]. Saint-Petersburg, Izd-vo SPGUVK, 2011. 207 p.
2. Reshniak V. I., Leonov V. E. *Strategiia predotvrashcheniia zagriazneniia vnutrennikh vodnykh putei i moria pri ekspluatatsii sudov* [Strategy of prevention from the pollution of inland waterways and the sea while operating the ships]. *Sbornik trudov Mezhdunarodnoi konferentsii «Sovremennye i innovatsionnye tekhnologii» (Kherson, 2011 g.)*. Kherson, 2011. Pp. 277–281.
3. Reshniak V. I. *Predotvrashchenie zagriazneniia okruzhaiushchei sredy pri ekspluatatsii sudov* [Prevention from the pollution of the environment while operating the ships]. Saint-Petersburg, Izd-vo SPGUVK, 2008. 24 p.
4. Pisarev A. O., Kurnikov A. S., *Aktual'nye problemy ochistki sudovykh neftesoderzhashchikh vod* [Actual problems of purification of ship oily waters]. *Vestnik Volzhskoi gosudarstvennoi akademii vodnogo transporta*, 2009, no. 27, pp. 97–108.
5. Ventsiulis L. S. *Osnovy okhrany okruzhaiushchei prirodnoi sredy na vodnom transporte* [The fundamentals of the environment protection at water transport]. Saint-Petersburg, Izd-vo SPGUVK, 2002. 64 p.
6. Kul'skii L. A. *Osnovy khimii i tekhnologii vody* [The basic of chemistry and water technology]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1991. 340 p.
7. Kuchinskaia A. A. *Tekhnologiya ochistki sudovykh neftesoderzhashchikh vod s ispol'zovaniem prirodnykh sorbiriuiushchikh materialov: dis. na soisk. uch. step. kand. tekhn. nauk* [Technology of purification of marine oily waters using natural sorbent materials: dis. cand. tech. sci.]. Novorossiysk, Izd-vo Gosudarstvennogo morskogo universiteta imeni admirala F. F. Ushakova, 2014. 117 p.
8. Reshniak V. I., Kurnikov A. S., Reshniak K. V. *Issledovanie osobennosti protsessa okisleniia v dispersnoi sisteme «voda – emul'girovannye nefteprodukty»* [Study of the peculiarities of the oxidation process in the disperse system "water-emulsified oil products"]. *Zhurnal universiteta vodnykh kommunikatsii*, 2010, no. 7, pp. 171–178.
9. Mizgirev D. S., Kurnikov A. S., Pochkalov O. L. *Eksperimental'nye issledovaniia sovremennykh sudovykh sistem ochistki stochnykh vod (SOSV)* [Experimental study of the modern marine systems of sludge water purification]. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova*, 2014, no. 4, pp. 169–176.
10. *RD 152-011-00. Nastavlenie po predotvrashcheniiu zagriazneniia vnutrennikh vodnykh putei pri ekspluatatsii sudov* [Recommendations on prevention from the pollution of inland waterways while operating he ships]. Moscow, MORKNIGA Publ., 2009. 52 p.

The article submitted to the editors 18.02.2016

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Reshnyak Valeriy Ivanovich** – Russia, 198035, Saint-Petersburg; State University of Maritime and Inland Shipping named after Admiral Makarov; Doctor of Technical Sciences, Professor; Head of the Department "Chemistry and Ecology"; kaf\_chemistry@gumrf.ru.

**Kalyaush Alexander Ivanovich** – Russia, 198035, Saint-Petersburg; State University of Maritime and Inland Shipping named after Admiral Makarov; Senior Lecturer of the Department "Chemistry and Ecology"; kaf\_chemistry@gumrf.ru.

**Grigoriev Alexander Nikolaevich** – Russia, 198035, Saint-Petersburg; State University of Maritime and Inland Shipping named after Admiral Makarov; Postgraduate Student of the Department "Chemistry and Ecology"; kaf\_chemistry@gumrf.ru.

