

УДК 330.15, 658.29

Л.В. Якименко¹

Н.В. Иваненко²

В.В. Сафина³

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
Владивосток. Россия

Проблема сброса ливневых вод на предприятии судостроения Приморского края

Публикация посвящена природоохранной деятельности судостроительного предприятия, расположенного в природоохранной зоне бухты Улисс г. Владивостока (залив Петра Великого Японского моря), а именно: вопросам выбора очистных сооружений для ливневой канализации. Загрязнение вод, донных отложений бухты фиксируется в течение продолжительного периода, что отражено в ряде публикаций. Данные, полученные на станции государственной наблюдательной сети, расположенной на выходе из бухты, за период наблюдений 2009–2014 гг., свидетельствуют о преобладании в морских водах нефтяных углеводородов. В разные годы их максимальные концентрации варьировали от 2 до 48 ПДК. Исследованы качественные и количественные характеристики загрязнений акватории бухты Улисс ливневыми сточными водами судостроительного предприятия. Установлено, что ливневые воды с территории предприятия и пробы воды, отобранные на расстоянии 250 м от места сброса, не соответствуют гигиеническим требованиям применительно к воде водного объекта рыбохозяйственного использования. Максимальное превышение ПДК (предельно-допустимой концентрации) установлено для взвешенных веществ (6 ПДК) и нефтепродуктов (12–26 ПДК). Качество ливневых сточных вод по органолептическим показателям не соответствует санитарно-гигиеническим нормативам, установленным для водоемов рыбохозяйственного использования. Для исследуемого предприятия предложены локальные очистные сооружения – комбинированный нефте-пескоуловитель, после установки которого концентрации загрязняющих веществ, сбрасываемых в бухту Улисс, приняли бы значения ниже

¹ Якименко Людмила Владимировна – д-р биол. наук, профессор Международного института туризма и гостеприимства, e-mail: lyudmila.yakimenko@vvsu.ru

² Иваненко Наталья Владимировна – канд. биол. наук, доцент Международного института туризма и гостеприимства, e-mail: Natalya.ivanenko@mail.ru

³ Сафина Виолетта Владимировна – магистрант Международного института туризма и гостеприимства.

предельно-допустимых. Показано, что для решения экологических проблем, связанных с загрязнением акватории бухты Улисс, необходим комплексный подход к системе природопользования в береговой зоне.

Ключевые слова и словосочетания: природопользование в береговой зоне, ливневая канализация, загрязнение морских вод, залив Петра Великого, Японское море.

L.V. Yakimenko

N.V. Ivanenko

V.V. Safina

Vladivostok State University of Economics and Service
Vladivostok. Russia

The problem of storm water runoff at the shipbuilding facility of Primorsky Region

This publication is devoted to the study of environmental activities of shipyards located in the conservation area Ulysses Bay in Vladivostok (Peter the Great Bay, the Sea of Japan), and the type of the storm water treatment facility. Pollution of waters and bottom sediments has been registered in the bay for a long period of time, which is shown in a number of publications. The data obtained at the national observation network station, located at the exit from the bay, over the 2009-2014 observation period, are indicative of the oil hydrocarbons predominance in the sea waters. In different years, their maximum concentrations varied from 2 to 48 MAC (maximum allowable concentration). The paper reviews the study of the qualitative and quantitative characteristics of polluting the waters of the Ulysses Bay by storm water runoff from the shipbuilding facility. It was established that the storm water from the territory of the facility and the samples of water taken at the distance of 250 m from the place of discharge do not correspond to the hygienic requirements relative to the water in the fishery water body by the majority of indicators. Maximum exceeding of MAC was found for suspended matter (12-26 MAC) and petroleum products (6 MAC). Quality of the storm water in terms of organoleptic indicators does not correspond to the sanitary and hygienic norms established for the fishery water bodies. The article suggests the design for the storm water treatment facility to be used at the shipyard which was used for the research. The use of the suggested facility – the combined facility for oil and sand interception – would ensure that the amount of pollutants discharged into Ulysses Bay are compliant to the maximum allowable concentration (MAC). It has been demonstrated that for solving the environmental problems connected with pollution of the Ulysses Bay waters, it is necessary to apply a comprehensive approach to the system of nature use in the coastal zone.

Keywords: the nature use in the coastal zone, storm water treatment facility, marine pollution, Peter the Great Bay, the Sea of Japan.

Введение. Как любой другой живой компонент биосферы, человек может жить, только используя ресурсы природы. При этом различают рациональное и нерациональное природопользование. Государство обеспечивает рациональное использование природных ресурсов, включая охрану окружающей природной среды, путем создания природоохранного законодательства и контроля за его исполнением. Рациональное использование природных ресурсов – относительно новый вид природоохранной деятельности, при котором требования охраны окружающей природной среды включены в процесс хозяйственной деятельности, связанный с использованием природных ресурсов. Экономике, ее техногенный, природоразрушающий тип, называют главным виновником экологической деградации биосферы. Демографический рост, увеличение потребления усиливают влияние систем производства товаров на окружающую среду. Экономические механизмы охраны природы заставляют предприятия проводить модернизацию производства, уменьшающую негативное воздействие на окружающую среду.

Данная публикация посвящена природоохранной деятельности судостроительного предприятия, расположенного в природоохранной зоне залива Петра Великого Японского моря, а именно – вопросам выбора очистных сооружений для ливневой канализации.

Природопользование в прибрежной зоне связано с рядом экологических проблем. В последнее десятилетие обострилась проблема загрязнения морских акваторий бытовыми и техногенными стоками. Такая ситуация обусловлена затратностью природоохранных мероприятий и нежеланием их реализовывать со стороны природопользователей. Тем не менее, законодательство РФ обязывает предприятия соблюдать установленные требования. Статьей 65 Водного кодекса РФ (п. 16) допускается эксплуатация объектов, расположенных в водоохранной зоне, при условии их оборудования сооружениями, обеспечивающими охрану водных объектов от загрязнения, засорения, заиления и истощения вод. Предприятия обязаны иметь ливневые очистные сооружения. Все это влечет большие затраты природопользователя на проектирование очистных сооружений, расчёт и разработку проекта нормативов допустимого сброса, проведение обязательных гидрометеорологических изысканий, исследования фоновых концентраций загрязняющих веществ водного объекта, оценку ущерба водным биологическим ресурсам, оформление разрешения на водопользование и т.д. При невыполнении требований законодательства следует наложение административного штрафа или административное приостановление деятельности при повторном нарушении. Помимо соблюдения норм Водного кодекса необходимо учитывать санитарные требования. К отведению поверхностного стока в водные объекты предъявляются такие же требования, как к сточным водам. Сточные воды можно сбрасывать в водные объекты при условии соблюдения гигиенических требований в зависимости от вида водопользования.

Объем ливневых стоков с территории водосборного бассейна в районе расположения предприятия за год может достигать десятков тысяч кубических метров. В отличие от бытовых, ливневые стоки содержат большое количество нефтепродуктов, тяжелые металлы, твердый мусор.

Загрязнение прибрежных акваторий Приморья имеет локальный характер. В прибрежной зоне г. Владивостока основными источниками загрязнения являются места выпуска необработанных муниципальных и промышленных сточных вод, портовое хозяйство, свалки бытовых отходов и золоотвал ТЭЦ-2 [1].

Бухта Улисс – водоем высшей категории рыбохозяйственного водопользования, вдается в северный берег пролива Босфор-Восточный между мысом Острый ($43^{\circ}05'N$, $131^{\circ}54'E$) и находящимся в 8 км к SE от него мысом Назимова. Берега бухты образованы крутыми, местами обрывистыми склонами холмов [2].

На побережье бухты располагаются предприятия судостроения. Согласно данным Приморского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ПУГМС) комбинаторный индекс загрязнения воды (ИЗВ = 1.26) бухты соответствует IV классу качества вод «загрязненная». Основными загрязняющими веществами, присутствующими в водах акватории бухты Улисс, являются углеводороды, поверхностно-активные вещества (ПАВ), фенолы [3-5]. По данным 2009 г. в бухту Улисс сбрасывалось без очистки $671,1 \times 10^3$ м³ и $104,0 \times 10^3$ м³ недостаточно очищенных сточных вод. Масса сверхнормативного сброса загрязняющих веществ в бухту Улисс составила 554.01 т/год [3]. Загрязнение вод, донных отложений бухты фиксируется в течение продолжительного периода, что отражено в ряде публикаций. Данные, полученные на станции государственной наблюдательной сети, расположенной на выходе из бухты, за период наблюдений 2009–2014 гг., свидетельствуют о преобладании в морских водах нефтяных углеводородов. В разные годы их максимальные концентрации варьировали от 2 до 48 ПДК [6]. Вследствие сорбции нефтяных углеводородов на взвешенных частицах они осаждаются на дне [7]. Помимо нефтяных углеводородов в донных отложениях присутствуют тяжелые металлы, а также установлено превышение пороговых значений хлорорганических пестицидов [8].

Биологические эффекты образовавшегося в 2000-е годы загрязнения исследованы на различных уровнях организации живых систем – от молекулярного до организменного и биоценотического [2]. Так, установлены изменения на молекулярном уровне у моллюсков и рыб [9, 10], выявлены различные типы морфологических патологий, высокие индексы гистопатологических изменений в гонадах у морских беспозвоночных [11, 12], нарушения в структуре тканей органов рыб [13]. По результатам биотестирования воды бухты Улисс оказывают токсическое действие на гидробионтов [3]. Уровень антропогенной нагрузки также оценивается по таксономическому и видовому составу, а также по видовому обилию бентоса. Бентос бухты Улисс представлен 29 видами 8 фаунистических групп. Наиболее высокой встречаемостью (более 60%) характеризуются 14 видов, среди которых максимальными количественными показателями обладают двустворчатый моллюск *Acila insignis* (доминирует по биомассе, в среднем $10,9$ г/м²) и полихеты *Dipolydora cardalia* (доминирует по численности, $290,9$ экз/м²). Основная доля биомассы бентоса приходится на иглокожих (53%) и двустворчатых моллюсков (29%). В донных отложениях присутствуют два вида полихет – признанных индикаторов загрязнения – *Capitella capitata* и *Tharyx pacifica*. В целом, для бухты Улисс характерна низкая численность бентоса

(963,54 экз/м²) по отношению к другим акваториям порта г. Владивостока. При оценке загрязнения необходимо помнить о совокупном воздействии всех видов химических соединений на живые организмы, которое, безусловно, превосходит токсичное влияние отдельно рассматриваемых поллютантов [14, 15]. Высокий уровень загрязнения вод бухты Улисс отражается на составе фауны, показателях жизнедеятельности организмов. Одной из причин негативных последствий антропогенного пресса на экосистему бухты является несоблюдение требований природопользователей к выпуску сточных вод.

Бухта Улисс характеризуется сложностью гидродинамических и гидрометеорологических условий, разнонаправленными ветровыми и приливными течениями, приводящими к неравномерному распределению и разнонаправленному перемещению загрязнения по акватории бухты. Главным систематическим фактором, обуславливающим водообмен в бухте Улисс с проливом Босфор Восточный, являются приливные явления. При повышении уровня воды она втекает в бухту, при последующем снижении – вытекает. В зависимости от направления ветра плавающий мусор и нефтепродукты на поверхности скапливаются между судами и причалами у противоположных берегов. В штиль под действием приливо-отливных течений загрязнения распространяются по всей бухте и прилегающей акватории пролива Босфор Восточный [6]. Модель расчета полей скоростей течений и распространения примеси, разработанная в Тихоокеанском океанологическом институте ДВО РАН, показала, что при северных ветрах любой силы и в штилевых условиях загрязненные водные массы (в первую очередь поверхностный слой и нефтяные пленки) из бухты перемещаются на юг, загрязняя тем самым северные бухты возле о-ва Русский: Аякс, Парис, Житкова [7]. Стоит учитывать, что данные, полученные в различных гидрометеорологических условиях, не являются однородными, не поддаются сравнительному анализу и совместной обработке для получения обобщенных характеристик. Различия в оценке массы веществ, одновременно находящихся в бухте, полученные по данным наблюдений в различных гидрометеорологических условиях, составляют 10 и более раз [6].

Цель данной работы – исследование качественных и количественных характеристик загрязнений акватории бухты Улисс ливневыми сточными водами судостроительного предприятия и выбор эффективной системы очистки ливневых вод для предприятия судостроения, осуществляющего природопользование в бухте Улисс Амурского залива (залив Петра Великого, Японское море) как для сохранения окружающей среды, так и для соблюдения экологического законодательства со стороны природопользователей.

Методы исследования. Были определены концентрации загрязняющих веществ в морской воде на расстоянии 250 м от места сброса поверхностных сточных вод, а также в ливневых сточных водах с территории, сбрасываемых в бухту Улисс через глубоководный выпуск одного из судостроительных предприятий, осуществляющих природопользование на акватории бухты. Отбор проб проводился ежеквартально в ходе производственного экологического контроля в период 2015–2017 гг. согласно утвержденному графику отбора проб и выполнения

химических анализов. Пробы отбирали и анализировали специалисты аккредитованной лаборатории ФГБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Дальневосточному федеральному округу». Были определены концентрации загрязняющих веществ – фосфаты, аммоний, анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ), фенолы, нефтепродукты, растворимые Fe, Cu и Zn, общее валовое Fe, взвешенные вещества, органолептические показатели (прозрачность, цвет, запах), биохимическое потребление кислорода (БПК полное), окисляемость перманганатная, рН, плавающие примеси.

Расчёт объемов ливневых вод (для подачи их на очистные сооружения) проведён по стандартной методике «Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты», разработанной ФГУП «НИИ ВОДГЕО» для предприятия с площадью водоохранной зоны в пределах земельного участка водопользователя 134 510 м² и площадью береговой полосы в пределах земельного участка водопользователя 7600 м².

Сравнивали комбинированные песко-нефтеуловители КПН по параметрам концентрация взвешенных веществ и нефтепродуктов, процент очистки.

Результаты и обсуждение. Всего за год по выпуску с территории предприятия сбрасывается дождевых и талых вод: 63 375,13 м³; объем поверхностных стоков за теплый период времени (54 281,59/214 дней/24 = 10,5689 м³/час); объем поверхностных стоков за холодный период времени (3625,97/151 дней/24 = 2,50926 м³/час). Сточные воды предприятия сбрасываются через организованные отводы поверхностных стоков в ливневой коллектор.

Установлено, что ливневые воды с территории предприятия и пробы воды, отобранные на расстоянии 250 м от места сброса, не соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям применительно к воде водного объекта рыбохозяйственного использования по большинству показателей. Нефтепродукты в сточных и морских водах находились на уровне 6 ПДК. Концентрация АПАВ в сточных водах предприятия составила 0,3-1,9 ПДК, в морских водах – 0,01–0,2 ПДК. Установлено многократное превышение концентраций железа в сточных водах предприятия – от 6 до 36 ПДК. В морских водах концентрации железа были ниже и составляли 0,2-1,6 ПДК. Концентрация меди и цинка в 250 м от выпуска не превышали ПДК (< 0,4 и < 0,1 соответственно). Отмечено разовое превышение ПДК меди в морской воде в апреле 2015 г. (16 ПДК). При этом, в сточных водах превышение ПДК по этим элементам не было установлено (Cu < 0,4 ПДК, Zn < 0,1 ПДК). В сточных водах концентрации иона NH₄⁺ составили 3,54–16,46 ПДК. Во втором и третьем кварталах 2015 г. было установлено превышение в морских водах концентрации ионов аммония (NH₄⁺) – 3 ПДК. В остальных пробах концентрация ионов аммония составила менее 0,7 ПДК. Концентрация фосфатов в сточных водах была ниже 0,8 ПДК, в морских водах менее 0,07 ПДК. Максимальное превышение ПДК зафиксировано для взвешенных веществ – в сточных водах – 32–96 ПДК, в морских водах – 12–26 ПДК. Качество ливневых сточных вод по органолептическим показателям не соответствует санитарно-гигиеническим нормативам, установленным для водоемов рыбохозяй-

ственного использования. Плавающие примеси в морских водах отсутствовали. рН морских (7,04-7,96) и сточных вод (6,67-7,29) соответствует слабощелочной и нейтральной. Показатель перманганатная окисляемость сточных вод находился на уровне 1 ПДК. Показатель БПК (полное) морских вод соответствовал установленным требованиям, за исключением двух проб, отобранных во втором и третьем кварталах 2015 г (1,82 и 1,04 ПДК соответственно).

Результаты производственного экологического контроля показывают несоответствие состава сточных вод предприятия санитарно-гигиеническим требованиям по химическим и органолептическим показателям. В связи с этим очевидна необходимость установки очистных сооружений для ливневой канализации на предприятии судостроения, осуществляющем природопользование в береговой зоне г. Владивостока. Можно допустить сброс в них только тех сточных вод, которые не изменяют состава морских вод.

Проведен сравнительный анализ применения различных моделей комбинированных песко-нефтеуловителей КПН для очистки рассматриваемого ливневого стока с целью снижения концентрации загрязняющих веществ в сточных водах предприятий.

Очистные сооружения ливневых стоков в зависимости от качественных характеристик очищаемой воды могут содержать следующие виды и элементы оборудования: пескоуловители, нефтеуловители, сорбционные фильтры, станции УФ-обеззараживания, канализационные насосные станции КНС, разделительные камеры, аккумулирующие емкости, отстойники. В зависимости от производителя состав оборудования может изменяться. Очистка ливневых стоков может проводиться по нескольким разным схемам, выбор которых зависит от определенных факторов: например, должна учитываться возможность пиковых нагрузок при затяжных дождях или быстром таянии снега.

Стандартная схема установки рассчитана на очистку воды от присутствия нефтепродуктов и взвешенных веществ. Если имеется потребность в очистке ливневых стоков от более специфических включений, предлагается соответствующее этой задаче оборудование.

Для очистки ливневых стоков судостроительного предприятия в итоге были выбраны комбинированные песко-нефтеуловители (КПН) – специальные устройства для очистки хозяйственно-бытовых и ливневых стоков от тяжёлых взвешенных частиц, маслянистых веществ и нефтепродуктов. Производительность КПН составляет от 5 до 75 л/сек.

Сравнивали КПН трех производителей: «ЭкоЛос», «Современные инженерные решения», «АкваБиоМ». По параметрам (концентрация взвешенных веществ и нефтепродуктов, процент очистки) наиболее приемлемыми являются очистные сооружения фирмы «Современные инженерные решения». Данная модель обеспечивает систему комплексной очистки ливневых сточных вод, которая включает в себя: пескоотделитель, масло-бензоотделитель, сорбционный блок. При установке данного оборудования концентрации загрязняющих веществ в сточных водах на выпуске достигнут значений ниже ПДК (0,33 ПДК для взвешенных веществ и 0,003 ПДК для нефтепродуктов). Очистные сооружения

«Современные инженерные решения» позволяют удалить 99,9% нефтепродуктов, взвешенных веществ – 99,7%. Достижение значений ПДК загрязняющих веществ в ливневых сточных водах позволит предприятию уменьшить расходы за негативное воздействие на окружающую среду, исключив плату за сброс по сверхлимитным нормативам и возмещение ущерба.

Выводы. Ливневые очистные сооружения предназначены для очищения ливневых сточных вод при загрязнении их нефтепродуктами или другими отходами. Система комбинированных песко-нефтеуловителей позволяет обеспечить наибольшую степень очистки на протяжении всего времени эксплуатации с максимальной отдачей. Для решения экологических проблем, связанных с загрязнением акватории бухты Улисс, необходим комплексный подход к системе природопользования в береговой зоне, в том числе, совершенствование системы экологического законодательства, определяющего условия ведения хозяйственной деятельности в водоохранных зонах водоемов высшей категории рыбохозяйственного водопользования. Целесообразно усилить контроль водопользователей, осуществляющих сброс сточных вод ненадлежащего качества.

1. Лукьянова О.Н., Черкашин С.А., Симоконь М.В. Обзор современного экологического состояния залива Петра Великого (2000–2010 гг.) // Вестник ДВО РАН. 2012. № 2. С. 55–63.
2. Лоция северо-западного берега Японского моря. От реки Туманная до мыса Белкин (1401). СПб: Главное управление навигации и океанографии, 2017. 392 с.
3. Черняев А.П., Нигматулина Л.В. Мониторинг качества прибрежных вод залива Петра Великого (Японское море) // Известия ТИНРО, 2013. № 173. С. 230–238.
4. Гаврилевский А.В., Гаврилова Т.А., Кочергин И.Е. Комплексная количественная оценка параметров источников загрязнения морской акватории, прилегающей к Владивостоку // Труды ДВНИГМИ. Темат. вып.: Гидрометеорологические процессы на шельфе: оценка воздействия на морскую среду. Владивосток: Дальнаука, 1998. С. 102–113.
5. Доклад об экологической ситуации в Приморском крае (на основании данных 2018 года) // Приморская газета. Владивосток: Дальпресс. 2019. № 48 (1678). С. 75–84.
6. Программа ведения регулярных наблюдений за состоянием бухты Улисс, 2015. [Электронный ресурс] // Сайт «Союз водопользователей». URL: http://awua.ru/VP_Uliss.pdf (дата обращения 17.07.2019).
7. Калиничук В.В., Мищуков В.Ф., Елисафенко Т.Н., Аксентов К.И. и др. Комплексные химико-экологические исследования прибрежной зоны северо-восточной части острова // Вестник ДВО РАН. 2010. № 5. С. 96–106.
8. Long E. R., MacDonald D.D., Smith S.L., Calder F.D. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments // Env. Man. 1995. № 19. P. 81–97.
9. Лукьянова О.Н. Молекулярные биомаркеры энергетического метаболизма мидий при антропогенном загрязнении зал. Петра Великого Японского моря // Экология. 2006. № 3. С. 227–231.
10. Черняев А.П., Лукьянова О.Н., Черкашин С.А. Распределение нефтяных углеводородов и оценка состояния биоты в Амурском заливе (Японское море) // Экологическая химия. 2006. Т. 15, № 1. С. 28–38.

11. Оценка уровня загрязнения донных осадков Амурского залива (Японское море) и их потенциальной токсичности / М.А. Вашченко, П.М. Жадан, Т.Н. Альмяшова, А.Л. Ковалева, Е.Н. Слин'ко // Журнал биологии моря. 2010. Т. 36, № 5. С. 354–361.
12. Вашченко М.А., Жадан П.М. Исследование влияния хронического загрязнения морской среды на состояние репродуктивной функции беспозвоночных животных // Тихоокеанский медицинский журнал. 2012. № 2. С. 110–114.
13. Сяпина И.Г., Соколовский А.С. Оценка состояния камбал из бухты Сивучья залива Петра Великого Японского моря по гистопатологическим показателям // Биология моря. 2001. Т. 27, № 2. С. 102–109.
14. Белан Т.А., Белан Л.С. и др. Состав и количественное распределение макрозообентоса в Амурском заливе // Океанология. 2006. Т. 46, №5. С. 685–694.
15. Gray J.S., Pearson T.H. al. Objective selection on sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities // Mar. Ecol. Prog. Ser. Part I. Comparative methodology. 1982. V. 9, № 2. P. 111–119.

Транслитерация

1. Luk'yanova O.N., Cherkashin S.A., Simokon' M.V. Obzor sovremennogo ekologicheskogo sostoyaniya zaliva Petra Velikogo (2000–2010 gg.) // Vestnik DVO RAN, 2012. № 2. S. 55–63.
2. Lociya severo-zapadnogo berega YAponского моря. Ot reki Tumannaya do mysa Belkin (1401). – SPb: Glavnoe upravlenie navigacii i okeanografii, 2017. 392 s
3. Chernyaev A.P., Nigmatulina L.V. Monitoring kachestva priboezhnyh vod zaliva Petra Velikogo (YAponское море) // Izvestiya TINRO, 2013. № 173. S. 230–238.
4. Gavrilovskij A.V., Gavrilova T.A., Kochergin I.E. Kompleksnaya kolichestvennaya ocenka parametrov istochnikov zagryazneniya morskoy akvatorii, prilgayushchej k Vladivostoku // Trudy DVNIGMI. Temat. vyp.: Gidrometeorologicheskie processy na shel'fe: ocenka vozdeystviya morskuyu sredu. Vladivostok: Dal'nauka, 1998. S. 102–113.
5. Doklad ob ekologicheskoy situacii v Primorskom krae (na osnovanii dannyh 2018 goda) // Primorskaya gazeta. – Vladivostok: Dal'press. 2019. № 48 (1678). S. 75–84.
6. Programma vedeniya reguljarnyh nablyudenij za sostoyaniem buhty Uliss, 2015. [Elektronnyj resurs] // Sajt «Soyuz vodopol'zovatelej». URL: http://awua.ru/BP_Uliss.pdf (Data obrashcheniya 17.07.2019).
7. Kalinichuk V.V., Mishukov V.F., Elisafenko T.N., Aksentov K.I. i dr. Kompleksnye himiko-ekologicheskie issledovaniya pribrezhnoj zony severo-vostochnoj chasti ostrova // Vestnik DVO RAN. 2010. № 5. S. 96–106.
8. Long E. R., MacDonald D.D., Smith S.L., Calder F.D. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments // Env. Man. 1995. № 19. P. 81–97.
9. Luk'yanova O.N. Molekulyarnye biomarkery energeticheskogo metabolizma midij pri antropogennom zagryaznenii zal. Petra Velikogo YAponского моря // Ekologiya, 2006. № 3. S. 227–231.
10. Chernyaev A.P., Luk'yanova O.N., Cherkashin S.A. Raspredelenie neftyanyh uglevodorodov i ocenka sostoyaniya bioty v Amurskom zalive (YAponское море) // Ekologicheskaya himiya, 2006. Т. 15, № 1. S. 28–38.
11. Ocenka urovnya zagryazneniya donnyh osadkov Amurskogo zaliva (YAponское море) i ih potencial'noj toksichnosti / М.А. Вашченко, П.М. Жадан, Т.Н. Альмяшова, А.Л. Ковалева, Е.Н. Слин'ко // Zhurnal biologii моря, 2010. Т. 36, № 5. S. 354–361.

12. Vashchenko M.A., Zhadan P.M. Issledovanie vliyaniya hronicheskogo zagryazneniya morskoy sredy na sostoyanie reproduktivnoj funkicii bespozvonochnyh zhivotnyh // Tihookeanskij medicinskij zhurnal. 2012. № 2. S. 110–114.
13. Syasina I.G., Sokolovskij A.S. Ocenka sostoyaniya kambal iz buhty Sivuch'ya zaliva Petra Velikogo Yaponskogo morya po gistopatologicheskim pokazatelyam // Biologiya moray. 2001. T. 27. № 2. S. 102–109.
14. Belan T.A., Belan L.S. i dr. Sostav i kolichestvennoe raspredelenie makrozoobentosa v Amurskom zalive // Okeanologiya. 2006. T. 46, №5. S. 685–694.

© Л.В. Якименко, 2019

© Н.В. Иваненко, 2019

© В.В. Сафина, 2019

Для цитирования: Якименко Л.В., Иваненко Н.В., Сафина В.В. Проблема сброса ливневых вод на предприятии судостроения Приморского края // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2019. Т. 11, № 3. С. 115–124.

For citation: Yakimenko L.V., Ivanenko N.V., Safina V.V. The problem of storm water runoff at the shipbuilding facility of Primorsky Region, *The Territory of New Opportunities. The Herald of Vladivostok State University of Economics and Service*, 2019, Vol. 11, № 3, pp. 115–124.

DOI dx.doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2019-3/115-124

Дата поступления: 02.09.2019.