

О.Е. МЕДВЕДЕВА\*, В.С. ТИКУНОВ\*\*, А.И. АРТЕМЕНКОВ\*\*\*

\*Государственный университет управления,  
109542, Москва, Рязанский проспект, 99, Россия, medvedeva\_o@list.ru  
\*\*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
119991, Москва, Ленинские горы, 1, Россия, vstikunov@yandex.ru  
\*\*\*Вестминстерский международный университет в Ташкенте,  
100047, Ташкент, ул. Истикбол, 12, Узбекистан, achudakhin02@gmail.com

## ОЦЕНКА АССИМИЛЯЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОРТОВЫХ АКВАТОРИЙ

*Рассмотрена методология экономической оценки экосистемных услуг морской среды, заключающаяся в выявлении и стоимостной оценке выгод, получаемых человеком от использования морских экосистем. Выявлено, что в проводимых исследованиях не рассматривается и не оценивается ассимиляционный потенциал портовых акваторий, который заключается в поглощении и рассеивании загрязнений, возникающих в ходе портовой деятельности. Предложен методический подход для его оценки в стоимостном выражении и приведен алгоритм расчета на основе ренты ассимиляционного потенциала по величине экономии средств хозяйствующих субъектов, которые они не выплачивают для компенсации причиняемого ущерба или не вкладывают в его снижение и предотвращение, т. е. по величине экологического ущерба, причиняемого морскими судами и портовой деятельностью. Рассчитана рента ассимиляционного потенциала для наиболее крупных портов России, Евросоюза и Китая, исходя из монетизированных нормативов удельного экологического ущерба, применяемых в странах Евросоюза, и показателя выбросов загрязняющих веществ в расчете на 1 млн т грузоперевалок, осуществляемых в портах, а также затрат по очистке загрязненных вод, сбрасываемых судами. Последняя величина рассчитана только для портов России.*

**Ключевые слова:** экосистемные услуги, ассимиляция загрязнений, экологический ущерб, рента, морские порты, плата за загрязнение в портах.

O.E. MEDVEDEVA\*, V.S. TIKUNOV\*\*, A.I. ARTEMENKOV\*\*\*

\*State University of Management,  
109542, Moscow, Ryazanskii prospekt, 99, Russia, medvedeva\_o@list.ru  
\*\*Lomonosov Moscow State University,  
119991, Moscow, Leninskie gory, 1, Russia, vstikunov@yandex.ru  
\*\*\*Westminster International University in Tashkent,  
100047, Tashkent, ul. Istiqbol, 12, Uzbekistan, achudakhin02@gmail.com

## ASSESSMENT OF THE ASSIMILATION POTENTIAL OF PORT WATER AREAS

*The methodology of economic valuation of ecosystem services of the marine environment is considered, which implies identification and valuation of the benefits obtained by humans from using marine ecosystems. It was found that the previously done research has disregarded and has not assessed the assimilation potential of port water areas, which consists in the absorption and dispersion of pollution arising in the course of port activities. A methodological approach is proposed for its assessment as well as an algorithm for calculating the rent-based assimilation potential by the amount of saving of expenses of economic entities that they do not pay to compensate for the damage caused or do not invest in its reduction and prevention, that is, by the amount of environmental damage caused by sea-going ships and port activities. The rent of the assimilation potential for the largest ports of Russia, the European Union (EU) and China was calculated based on the monetized metrics of environmental damage applied in the EU countries and the indicator of pollutant emissions per 1 million tons of cargo transshipments carried out in ports as well as the costs of cleaning polluted water discharged by ships. The latter value is calculated only for the ports of Russia.*

**Keywords:** ecosystem services, assimilation of pollution, environmental damage, rent, seaports, pollution charges in ports.

## ВВЕДЕНИЕ

Стоимостная оценка экосистемных услуг стала мировым экономическим трендом и используется для создания инструментов достижения целей устойчивого развития (ЦУР), принятых в 2015 г. [1]. Составная часть подобных оценок — оценка экосистемных услуг морских экосистем.

Под экосистемными услугами понимаются выгоды, создаваемые природной средой, природными ресурсами и объектами и получаемые определенными группами и сообществами людей, странами и человечеством в целом. Понятие «экосистемные услуги» прошло определенную трансформацию за последние десятилетия [2]. Современная трактовка данного понятия звучит следующим образом: экосистемные услуги — выгоды, которые люди получают от экосистем [3]. Экосистемные услуги подразделяют на четыре основные категории: обеспечивающие, регулирующие, поддерживающие и культурные. Их оценка представляет собой основу новейших систем управления природопользования и моделей природоохранной экономики.

К последним относится недавно возникшая модель «голубой» экономики, направленной на сохранение водных ресурсов мира [4]. Термин «голубая» экономика относится к использованию морской среды и ее ресурсов для устойчивого экономического развития. «Голубая» экономика охватывает довольно широкий спектр экономических секторов: рыболовство, возобновляемые и невозобновляемые источники энергии, туризм, аквакультура, транспорт, биоразведка, добыча полезных ископаемых и охрана природы, а также связанные с ними экологические проблемы (загрязнение, изменение климата, подкисление океана, перевылов рыбы, потеря среды обитания и др.). Признается, что задача «голубой» экономики состоит в том, чтобы понять экономическое значение этих множественных видов природопользования и выработать способы и инструменты управления общим использованием морской среды в долгосрочной перспективе [4]. Для этого выявляются основные виды экосистемных услуг морской среды и проводится их стоимостная оценка.

Большая часть исследований посвящена оценкам таких услуг, как создание условий для туризма, рекреации, культурной деятельности, научных исследований и образования, сохранение биоразнообразия, обеспечение рыбой и другими морскими биоресурсами, обеспечение биоматериалами фармацевтики, депонирование углерода, защита берегов и др. Однако выгоды, создаваемые водными ресурсами портовых акваторий, практически не изучаются с позиций экосистемного подхода и выявления генерируемых ими экосистемных услуг. Методология и методы их стоимостной оценки не разработаны. В то же время потоки выгод, создаваемые портовыми акваториями, весьма существенны и могут быть оценены, в том числе на основе современных подходов к оценке экологического ущерба. К подобным выгодам можно отнести ассимиляцию загрязнений окружающей среды, возникающих в результате портовой деятельности. Под ассимиляцией загрязнений понимается процесс их рассеивания и поглощения природными средами. Такое поглощение происходит вследствие физико-химических и биологических процессов, протекающих в естественных природных средах и приводящих к распадению загрязняющих веществ и соединений. Однако ассимиляция возможна только в рамках определенного предела поглотительной способности природных сред, называемого ассимиляционным потенциалом природной среды [5].

Осуществление сбросов и выбросов загрязняющих веществ без их предварительной очистки и компенсации возникающего вследствие произошедшего загрязнения экологического ущерба субъектами хозяйственной деятельности портов создает им значительную экономию затрат, которая может быть определена как рента ассимиляционного потенциала, или ассимиляционная рента экосистемных услуг портовых акваторий. В контексте настоящего исследования под природной рентой понимается «незаработанный» доход, создаваемый природным ресурсом [6]. Особая форма природного ресурса — ассимиляционный потенциал, за использование которого также могут быть установлены платежи, как и за другие природные ресурсы [7, 8].

Важность вопроса оценки ассимиляционного потенциала определяется гигантскими масштабами происходящего в настоящее время загрязнения морской среды. Современное состояние как морских экосистем в целом, так и прибрежных акваторий признается критическим из-за их загрязнения отходами, сточными водами и выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, попадающих в водную среду. По некоторым оценкам, 80 % загрязнения морской среды происходит с суши, а в портовых акваториях — с судов. Также загрязнение воды прибрежных акваторий происходит из-за выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, оседающих в морской среде. Часть данных загрязнений ассимилируется морскими экосистемами, другая часть наносит значительный вред морской флоре и фауне, приводя к их деградации. Однако реальный размер причиняемого вреда и поглотительной емкости ассимиляционного потенциала морской среды до настоящего времени не определен, хотя отдельные исследования по поступлению загрязняющих веществ в морскую среду и их ассимиляции проводятся.

Несмотря на то, что из-за большого количества источников загрязнения его уровень для прибрежных акваторий значительно выше, чем для открытого океана, вопрос оценки ренты ассимиляционного потенциала применительно к портовым акваториям для создания экономических механизмов

снижения их загрязнения пока не рассматривался в экономической науке. В связи с этим в исследовании была поставлена задача выработать методику расчета ренты ассимиляционного потенциала портовых акваторий и показать возможность ее использования на примере морских портов России.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании использованы материалы литературных источников [9–22], Ассоциации морских торговых портов [23], официального сайта Администрации Санкт-Петербурга [24] и программа Excel.

Методы исследования опираются на теорию природной ренты Д.С. Львова [6], методологию оценки ресурсной ренты [7], методологию оценки ущерба, причиняемого загрязнением водных ресурсов, рассмотренную в [8], теорию платежей за ассимиляционный потенциал А.А. Гусева [5], методы расчета удельного ущерба от загрязнения природных сред, используемые в международной практике [9, 10], а также авторскую методику оценки ренты ассимиляционного потенциала экосистемных услуг портовых акваторий.

В настоящее время методология стоимостной оценки экосистемных услуг водных ресурсов только формируется и находится в стадии апробации отдельных методов и подходов. При этом признается, что такая оценка необходима для целенаправленного управления водными ресурсами и снижения их загрязнения. Одно из последних методических направлений оценки экосистемных услуг водных ресурсов — подход, предложенный SEEA Water [8]. Данный документ рассматривает два основных метода: метод выгод от предотвращенного ущерба и метод затрат на предотвращение ущерба. В настоящем исследовании используются оба этих метода.

Метод выгод от предотвращенного ущерба применен к оценке экосистемных услуг портовых акваторий по рассеиванию и поглощению веществ, загрязняющих атмосферу над акваториями, с точки зрения выгод, которые получают портовые хозяйствующие субъекты, осуществляющие загрязнение, финансово не компенсируя причиняемый им ущерб.

Метод затрат на предотвращение ущерба применен к оценке экосистемных услуг по ассимиляции ущерба от загрязнения вод морскими судами. Для этого определяются затраты, необходимые на полную утилизацию и обеззараживание загрязненных вод, образующихся на судах. Данный метод, как и метод выгод от предотвращенного ущерба, основан на учете последствий от экологической деградации. Однако вместо того, чтобы давать стоимостную оценку ущербу от загрязнения вод портовых акваторий морскими судами, в данном методе рассчитываются необходимые затраты на его предотвращение.

Поскольку рента ассимиляционного потенциала приравнивается к экономии затрат судов и портовых хозяйствующих субъектов от невыплаты компенсаций за причиняемый экологический ущерб и неосуществлении в должной степени очистных мероприятий, то ее величина определяется в размере экологического ущерба. Таким образом, данный подход соответствует методологии оценки экосистемных услуг водных ресурсов, предложенной в международном стандарте статистического учета SEEA Water [8], а введение платежей за ассимиляционный потенциал может рассматриваться как реализация принципа «загрязнитель платит для стимулирования снижения загрязнения морской среды хозяйствующими субъектами».

Методика оценки ренты ассимиляционного потенциала экосистемных услуг портовых акваторий заключается в расчете удельной величины экологического ущерба от основных видов загрязняющих веществ, образующихся в морских портах при осуществлении хозяйственной деятельности:

$$R_{AR} = ED = D_{air} + D_{water} + D_{CO_2} + D_{other}, \quad (1)$$

где  $R_{AR}$  — рента ассимиляционного потенциала;  $ED$  — экологический ущерб;  $D_{air}$  — ущерб от загрязнения воздуха;  $D_{water}$  — ущерб от загрязнения вод;  $D_{CO_2}$  — ущерб от выбросов  $CO_2$  и других парниковых газов;  $D_{other}$  — другие виды ущерба.

В современных исследованиях изучается влияние газов и частиц, выбрасываемых с судов, на подкисление и эвтрофикацию воды и почвы в прибрежных районах вследствие осаждения соединений серы и азота. Морской транспорт также создает негативные последствия для естественной среды обитания и экономические потери для прибрежных районов в форме периодических стихийных бедствий, связанных с судоходством, в частности, крупные аварийные разливы нефти в портовых акваториях. Учитывая недостаточность и неупорядоченность данных о загрязнении окружающей среды судами и иной портовой деятельностью, на первых этапах развития данного направления исследова-

ний возможно использовать данные только о тех видах загрязнений, по которым можно собрать и получить необходимую информацию. На сегодня это данные о выбросах загрязняющих веществ судами при грузоперевалках в портах.

Расчет ренты ассимиляционного потенциала российских морей предлагается проводить в несколько этапов. На первом из них определяется годовой объем грузоперевалок по крупным портам мира. На втором — годовой объем выбросов основных загрязняющих веществ по крупным портам мира. Далее выявляется средневзвешенное значение удельных выбросов основных загрязняющих веществ (в расчете на 1 млн т грузоперевалок) по крупным портам мира для использования данного показателя при оценке объема выбросов и причиняемого ими ущерба в портах российских морей. Такой расчет делается в связи с тем, что в настоящее время отечественная статистика, позволяющая определить данный показатель для портов российских морей, отсутствует. На следующем этапе определяется удельная величина совокупного экологического ущерба, вызываемого выбросами загрязняющих веществ в тысячах рублей на одну тонну загрязнителя. Далее выявляются объем грузоперевалок и объемы выбросов загрязняющих веществ по основным портам и бассейнам российских морей. И на финальном этапе определяется величина совокупного экологического ущерба по основным портам и бассейнам российских морей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исходя из доступности данных, в работе при расчетах экологического ущерба учитывались объемы выбросов основных загрязнителей воздушного бассейна —  $PM_{2,5}$ ,  $NO_x$  и  $SO_x$ , а также объемы льяльных (нефте содержащих) вод.

Работа была проведена в несколько этапов, содержание которых описано ниже.

На первом этапе объем грузоперевалок в крупных портах мира — Китая и Евросоюза (ЕС) — определен по источникам [11–13] и приведен в табл. 1.

На следующем этапе по тем же источникам [11–13] выявлен годовой объем выбросов основных загрязняющих веществ по крупным портам мира.

На третьем этапе средневзвешенное значение удельных выбросов основных загрязняющих веществ по крупным портам мира определено на основании расчетных значений удельных выбросов и весовых коэффициентов для китайских и европейских портов. В европейских портах удельные выбросы оксидов серы и взвешенных частиц почти в 8 раз меньше, чем в китайских. Это связано как с более

Таблица 1

Удельные выбросы загрязнителей в атмосферу портами в привязке к объемам грузоперевалок портов

| Порт, страна                                            | Объем перевалки грузов через порт, млн т в год | Выбросы на 1 млн т грузоперевалки |        |        |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|
|                                                         |                                                | $PM_{2,5} - PM_{10}$              | $NO_x$ | $SO_x$ |
|                                                         |                                                | т в год                           |        |        |
| Тяньцзинь, Китай [11]                                   | 500                                            | 6                                 | 80     | 50     |
| Гонконг, Китай [11]                                     | 280                                            | 18                                | 196    | 139    |
| Нинбо-Чжоушань, Китай [11]                              | 810                                            | 17                                | 185    | 136    |
| Шанхай, Китай [11]                                      | 770                                            | 8                                 | 91     | 65     |
| Далянь, Китай [11]                                      | 410                                            | 10                                | 122    | 85     |
| Гаосюн, Тайвань [12]                                    | 100                                            | 1                                 | 5      | 6      |
| В среднем по портам Китая и Тайваня                     | 474,0                                          | 10*                               | 113*   | 80*    |
| Порт Лондон, Великобритания [13]                        | 50                                             | 2                                 | 62     | 6      |
| Порт Роттердам, Нидерланды [12]                         | 400                                            | 1                                 | 11     | 8      |
| Порт Копенгаген, Дания [12]                             | 12                                             | 0                                 | 29     | 4      |
| Порт Пирей, Греция [12]                                 | 20                                             | 5                                 | 90     | 36     |
| Порт Берген, Норвегия [12]                              | 120,5                                          | 0,12                              | 9      | 0,28   |
| В среднем по портам ЕС                                  | 70                                             | 1,6*                              | 40,2*  | 10,8*  |
| Средневзвешенное значение по портам Китая, Тайваня и ЕС | 238,3                                          | 4,3*                              | 64,3*  | 33,7*  |

\* Расчет авторов.

жестко регулируемым содержанием серы в топливе в ряде портов Евросоюза, по сравнению с китайскими, так и с различной методологией исследований. В то же время, в менее зависящем от регулируемого качества топлива удельном показателе выбросов оксидов азота разница между китайскими и европейскими портами не превышает 2,5 раза. Учитывая данную разницу, значениям удельных выбросов в европейских портах был присвоен вес  $2/3$ , а в китайских портах —  $1/3$ .

На четвертом этапе выявление совокупного экологического ущерба проведено на основе анализа международных исследований. Они указывают на большие экологические риски портов, которые связаны с загрязнением не только водной среды, но и смежных сред. В особенности риски велики, когда акватории портов расположены близко к городской черте и представляют собой мощный источник загрязнения воздуха взвешенными частицами от перевалки сыпучих грузов (угля), выбросов основных и вспомогательных судовых двигателей, работающих на судах, заходящих в порт (взвешенные частицы, оксиды серы и азота).

Так, в исследовании крупнейших портов мира [14, 15] указывается, что судовые выбросы оксидов серы составляют 5–10 % от совокупных мировых выбросов этого загрязнителя, а выбросы оксидов азота — 17–31 %. При этом не менее 3–5 % этих выбросов (0,4 млн т оксидов азота, 0,2 млн т оксидов серы и 0,03 млн т взвешенных частиц  $PM_{10}$ , по данным за 2011 г.) осуществляется в точках заходов судов в порты. Кроме того, почти 70 % всех выбросов взвешенных частиц, связанных с судоходством (от 0,9 до 1,7 млн т по разным оценкам), происходит вблизи 400 км от берега [16]. Основная доля выбросов приходится на заходящие в порты контейнеровозы и танкеры. В части пассажирского оборота имеются данные по греческим портам, которые показывают, что ущерб от загрязнения воздуха оксидами серы, азота и взвешенными частицами в портах круизными лайнерами в расчете на одного круизного пассажира можно оценить в среднем в размере 5–15 € с пассажира [13, 17]. А по опыту испанских портов, среднее круизное судно выбрасывает в порту во время стоянки около 2 т оксидов азота и серы по каждому загрязнителю и 0,2 т взвешенных веществ [17].

Совокупный экологический ущерб от выбросов указанных воздушных загрязнителей только по 50 крупнейшим портам развитых стран мира оценивается в 12 млрд € в год [15] при монетизации ущерба по принятым в ЕС метрикам стоимости человеческой жизни. Совокупный экологический ущерб от выбросов загрязняющих веществ включает ущерб, причиненный людям (нетрудоспособность, ухудшение здоровье, смертность населения), и ущерб, причиненный природной среде (негативное влияние на природные экосистемы).

Для монетизации выбросов (в рублях на тонну выбрасываемого в атмосферу загрязнителя) используются метрики монетизации выбросов атмосферных загрязнителей, установленные для РФ в рамках второго этапа научно-исследовательской работы НИР, выполненной в 2019 г. Центром экологической промышленной политики по Госконтракту РЗ-19-23-65 от 06.11.2019 и отраженные в [18].

По оценкам этого исследования, маржинальный ущерб, наносимый в России обществу и экосистемам за счет выбросов взвешенных частиц ( $PM_{2,5}$ ) в атмосферу, составляет 650 тыс. руб./т загрязнителя, за счет выбросов оксидов азота ( $NO_x$ ) — 64,2 и за счет выбросов диоксида серы ( $SO_2$ ) — 110,7 тыс. руб./т загрязнителя. Удельный ущерб, рассчитанный для стран Евросоюза, значительно выше, чем для России, примерно в 2,7–6,7 раза. В ЕС в расчете на тонну загрязнителя по выбросам  $PM_{2,5}$  он составляет 1724,2 тыс. руб.;  $NO_x$  — 331,4 тыс. руб.;  $SO_2$  — 734,4 тыс. руб. при курсе 75 руб. за 1 € в ценах 2014 г. Такое расхождение объясняется разницей доходов и расходов населения, а также усреднением исходных параметров по разным странам.

В дальнейшем целесообразно использовать метрики монетизации по странам Евросоюза, рассчитанные по [19–21].

Выбросы взвешенных частиц фракции  $PM_{2,5}$  составляют более 90 % всех выбросов РМ при работе судовых дизелей [22]. Поэтому данную величину возможно использовать при оценке ущерба в морских портах. Эти оценки учитывают негативный эффект воздействия выбросов преимущественно в отношении смертности, здоровья и трудоспособности населения, что превышает 90 % негативного эффекта [9].

На пятом этапе исследования объем выбросов основных загрязняющих веществ был рассчитан, исходя из данных об объемах грузоперевалок в портах и бассейнах российских морей [23].

В российских портах в последнее время начали проводить инвентаризацию выбросов загрязнителей. Так, по данным администрации Санкт-Петербурга, совокупные выбросы загрязнителей в атмосферный воздух от водного транспорта в городе в 2014 г. составили 13 % выбросов по оксидам азота от всех городских источников и более 20 % от выбросов всего транспорта, а выбросы  $SO_2$  превышают 12 % всех городских выбросов или 23 % транспортных выбросов этого загрязнителя в Санкт-Петербурге [24].

Таблица 2

**Объем грузоперевалок и выбросы основных загрязняющих веществ по морским бассейнам Российской Федерации (расчеты авторов)**

| Морской бассейн            | Объем грузоперевалок в 2018 г., млн т | Выбросы основных загрязняющих веществ в морских портах России, тыс. т в год |                 |                 |       |
|----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-------|
|                            |                                       | PM <sub>2,5</sub> – PM <sub>10</sub>                                        | NO <sub>x</sub> | SO <sub>x</sub> | Итого |
| Арктический                | 92,7                                  | 0,4                                                                         | 6               | 3,1             | 9,5   |
| Балтийский                 | 246,3                                 | 1,1                                                                         | 15,8            | 8,3             | 25,2  |
| Азово-Черноморский         | 272,2                                 | 1,2                                                                         | 17,5            | 9,2             | 27,9  |
| Каспийский                 | 4,8                                   | 0,02                                                                        | 0,3             | 0,2             | 0,5   |
| Дальневосточный            | 200,5                                 | 0,9                                                                         | 12,9            | 6,8             | 20,6  |
| Всего по морским бассейнам | 816,5                                 | 3,62                                                                        | 52,5            | 27,6            | 83,7  |

Однако имеющиеся данные пока не позволяют создать адекватную картину происходящего загрязнения в морских портах России и не являются репрезентативными для расчета показателей причиняемого экологического ущерба. В связи с этим для расчета величины выбросов основных загрязняющих веществ в портах России были использованы данные об удельных выбросах судами основных загрязняющих веществ в крупнейших портах мира (см. табл. 1) и данные об объемах грузоперевалок в российских морских портах. Результаты расчета приведены в табл. 2.

К этой информации в дальнейшем также следует добавить данные о загрязнении других сред и выбросах парниковых газов.

На шестом этапе исследования, используя приведенные метрики монетизации ущерба и объемы выбросов основных загрязняющих веществ в российских морских портах, возможно провести оценки ущерба от загрязнения воздуха судами на стоянке в портах по морским бассейнам Российской Федерации.

Определение совокупного экологического ущерба от выбросов загрязняющих веществ в портах проводится по формуле

$$D_{\text{air}} = V_{\text{sh}} \times (V_{\text{PM}} \times UD_{\text{PM}} + V_{\text{NO}_x} \times UD_{\text{NO}_x} + V_{\text{SO}_2} \times UD_{\text{SO}_2}), \quad (2)$$

где  $D_{\text{air}}$  — совокупный экологический ущерб от загрязнения воздуха;  $V_{\text{sh}}$  — объем грузоперевалок в портах России;  $V_{\text{PM}}$  — удельное количество выбросов взвешенных частиц на 1 млн т грузоперевалок;  $UD_{\text{PM}}$  — норматив монетизации выбросов взвешенных частиц;  $V_{\text{NO}_x}$  — удельное количество выбросов оксидов азота на 1 млн т грузоперевалок;  $UD_{\text{NO}_x}$  — норматив монетизации выбросов оксидов азота;  $V_{\text{SO}_2}$  — удельное количество выбросов сернистого газа на 1 млн т грузоперевалок;  $UD_{\text{SO}_2}$  — норматив монетизации выбросов сернистого газа.

Ущерб от загрязнения атмосферного воздуха портовых акваторий, рассчитанный по приведенному выше алгоритму, составит 43 906 млн руб., или 1186 млн € при паритете покупательной способности (ППС) €, ориентировочно оцененной в 37,02 руб.

Ущерб от загрязнения вод портовых акваторий можно оценить по необходимым затратам на утилизацию льяльных (нефте содержащих) веществ, исходя из их количества и рыночных расценок на их сбор и утилизацию. Он составит 25 289 млн руб., или 936 млн € по ППС.

Суммарный годовой экологический ущерб от загрязнения атмосферы и воды по портовым акваториям морских бассейнов России составит, по экспертным расчетам, 69 195 млн руб., или 2122 млн € по ППС (табл. 3).

Как следует из табл. 3, значение ущербов от загрязнения воздуха и загрязнения воды примерно одинаковое (56 % — воздух и 44 % — вода), что объясняется одинаковой базой расчета, в качестве которой используется объем грузоперевалок.

Анализ распределения величины ассимилируемого портовыми акваториями экологического ущерба по основным морским бассейнам России показывает, что наибольший объем ущерба приходится на порты Азово-Черноморского и Балтийского бассейнов — по 34 и 29 % соответственно. Это объяснимо наибольшим объемом грузоперевалок, осуществляемых в данных портах. Максимальная стои-

Таблица 3

**Суммарный ущерб от загрязнения воздуха и воды в акваториях портов морских бассейнов России  
(расчеты авторов)**

| Морской бассейн    | Ущерб от загрязнения атмосферного воздуха портовых акваторий | Ущерб от загрязнения вод портовых акваторий | Суммарный ущерб |
|--------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------|
|                    | млн € в год по паритету покупательной способности            |                                             |                 |
| Арктический        | 134                                                          | 85                                          | 219             |
| Балтийский         | 357                                                          | 249                                         | 606             |
| Азово-Черноморский | 395                                                          | 320                                         | 715             |
| Каспийский         | 8                                                            | 16                                          | 24              |
| Дальневосточный    | 292                                                          | 266                                         | 558             |
| Итого              | 1186                                                         | 936                                         | 2122            |
| Ущерб в процентах  | 56                                                           | 44                                          | 100             |

мостная оценка экосистемных услуг приходится на порты Азово-Черноморского бассейна — 715 млн €; далее следуют Балтийский и Дальневосточный бассейны — по 606 и 558 млн € соответственно. Наименьшая величина приходится на порты Каспийского бассейна — 24 млн € (рис. 1).

Суммарная оценка ущерба по акваториям крупнейших портов Китая и Евросоюза, оцененная только по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу, по нашим расчетам, составляет 4896 млн € в год. Это примерно в 4 раза больше, чем экологический ущерб от загрязнения воздуха в морских портах России (1186 млн € в год). Но цифры сопоставимы по порядку, что говорит об обоснованности расчетов.



*Рис. 1. Оценка экосистемных услуг портовых акваторий морских бассейнов Российской Федерации (по расчетам авторов).*

Морские бассейны Российской Федерации: I — Азово-Черноморский, II — Балтийский, III — Дальневосточный, IV — Арктический, V — Каспийский. 1 — экосистемные услуги портовых акваторий, млн €; 2 — государственная граница.

Оценка экосистемных услуг портовых акваторий морских бассейнов Китая и Евросоюза, рассчитанная по ренте ассимиляционного потенциала, отражена на рис. 2 и 3.

В китайских портах максимальная величина ущерба и, соответственно, экологических услуг, приходится на четыре порта, млн €: Нинбо — 2018, Шанхай — 922, Гонконг — 725 и Далянь — 643. Эти цифры сопоставимы с ущербом от загрязнения воздуха в портах трех отечественных морских бассейнов: Азово-Черноморского, Балтийского и Дальневосточного (см. табл. 3), хотя и меньше объемов ущерба во всех портах Китая примерно в 2–3 раза.

В крупнейших портах Евросоюза величина ущерба колеблется от 3 до 59 млн € в год. Максимальная приходится на порт Роттердама, минимальная — на Копенгаген и Берген (по 2 и 3 млн € в год соответственно). Это на порядки меньше, чем объем ущерба, определенного для портов Китая и России.

Такое расхождение объясняется двумя факторами: большой разницей в объемах грузоперевалок в портах Евросоюза и портах Китая (см. табл. 1) и России (см. табл. 2) и значительно лучшей степенью очистки выбрасываемых вредных веществ, особенно твердых частиц, в портах Евросоюза, а также более высокими требованиями к качеству топлива по сравнению с китайскими портами.

Примененный методический подход обладает некоторой условностью расчетов в силу отсутствия необходимых исходных данных для полного учета поступающих в водную среду портовых акваторий загрязнений. В российских портах систематический мониторинг таких загрязнений не проводится. Также нет информации о максимальной поглотительной емкости водной среды и нормативах допустимых поступлений загрязнений в нее.

Поэтому в данном исследовании оценивается не весь ассимиляционный потенциал портовых акваторий, а лишь его часть, генерирующая конкретные экосистемные услуги, связанные с ассимиляцией только некоторых загрязняющих веществ.



Рис. 2. Оценка экосистемных услуг портовых акваторий Китая (бассейн Восточно-Китайского моря) (по расчетам авторов).

1, 2 — см. рис. 1.



Рис. 3. Оценка экосистемных услуг портовых акваторий крупнейших морских портов Евросоюза (по расчетам авторов).

Морские бассейны Евросоюза: I — морские бассейны Евросоюза, II — государственные границы. Страны Евросоюза: 1 — Нидерланды, 2 — Бельгия, 3 — Андорра, 4 — Люксембург, 5 — Лихтенштейн, 6 — Монако, 7 — Сан-Марино, 8 — Ватикан, 9 — Словения, 10 — Албания, 11 — Черногория, 12 — Северная Македония.

Проведенные расчеты показывают возможность применения предложенных алгоритмов для стоимостной оценки экосистемных услуг, представляющих собой экономические выгоды конкретных субъектов хозяйственной портовой деятельности, и расчета на их основе платежей за использование ассимиляционного потенциала для снижения загрязнения морской среды.

## ВЫВОДЫ

1. В исследованиях по оценке экосистемных услуг морских прибрежных экосистем практически не учитываются экосистемные услуги портовых акваторий по ассимиляции (рассеиванию и поглощению) загрязнений природной среды, происходящих в них вследствие работы морского транспорта и осуществления грузоперевалочных работ.

2. Данные услуги являются рентой ассимиляционного потенциала портовых акваторий и могут быть оценены в размере экологического ущерба, который составляет значительную величину в де-

нежном выражении. Данная рента представляет собой нематериальную выгоду, которая остается в распоряжении судовладельцев и операторов портовых услуг, поскольку они не несут издержки по устранению причиняемого вреда и компенсации его последствий.

3. Суммарный экологический ущерб от загрязнения воздуха в портовых акваториях крупнейших портов Китая и Евросоюза, по расчетам авторов, приближается к 5 млрд € в год.

4. Экологический ущерб, возникающий в крупнейших портах России и Китая, существенно превышает наблюдающийся в портах Евросоюза. Такое расхождение объясняется значительно меньшим объемом осуществляемых грузоперевалок в европейских портах, за исключением Роттердама, по сравнению с китайскими портами; меньшей степенью очистки образующихся загрязнений в портах Китая и России, а также тем, что данная тема недостаточно исследована, особенно в России, и требует продолжения работ в части выявления всех негативных последствий от загрязнения морских акваторий.

5. Кроме ущерба от загрязнения воздуха и воды судами, находящимися в портовых акваториях, следует учитывать и другие виды негативных воздействий от деятельности портовых хозяйств, например, такие, как вред, причиняемый водным растениям, животным и микроорганизмам. Все это должно привести к росту оценок экологического ущерба и экосистемных услуг портовых акваторий.

6. Отдельно следует учитывать выбросы парниковых газов от портовой деятельности.

7. В результате можно считать, что совокупный экологический ущерб от деятельности портов в России, преодоление конечных последствий от которого ложится на бюджеты различных уровней, имеет масштаб, практически сопоставимый с рентой портовых хозяйств и даже значительно превышает ее. Хозяйственная портовая рента экспертно оценивается авторами на уровне 20 млрд руб. в год. Это, ориентировочно, равно 540 млн € в год по ППС, что почти в 4 раза меньше совокупного экологического ущерба, ассимилируемого в портах России, который оценивается в 2122 млн € в год.

8. Для преодоления негативных процессов и снижения экологической нагрузки на водные акватории морских портов целесообразно разработать экономический инструментарий, вынуждающий судовладельцев и хозяйствующие субъекты в портах начать применять технологии, снижающие выбросы загрязняющих веществ. В частности, таким инструментом могут быть экологические платежи и штрафы, устанавливаемые в размере 10 % от выявленной ренты ассимиляционного потенциала и идущие на природоохранные мероприятия. Приемлемость данной величины подтверждают расчеты водной ренты, получаемой государством от хозяйственно используемых водных активов пресных вод России в виде различного рода платежей и налогов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Цели** в области устойчивого развития (ЦУР) [Электронный ресурс]. — <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (дата обращения 02.12.2020).
2. **Бобылёв С.Н., Горячева А.А.** Идентификация и оценка экосистемных услуг: международный контекст // Вестн. междунар. организаций. — 2019. — Т. 14, № 1. — С. 225–236.
3. **Доклад** концептуальной рабочей группы по оценке экосистем на пороге тысячелетия (Экосистемы и благосостояние людей) [Электронный ресурс]. — [https://www.millenniumassessment.org/documents/MA\\_A%20framework%20for%20Assessment\\_RUS.pdf](https://www.millenniumassessment.org/documents/MA_A%20framework%20for%20Assessment_RUS.pdf) (дата обращения 02.12.2020).
4. **Large Marine Ecosystems** [Электронный ресурс]. — <https://iwllearn.net/manuals/environmental-economics-for-marine-ecosystem-management-toolkit/chapter-10> (дата обращения 02.12.2020).
5. **Гусев А.А.** Ассимиляционный потенциал окружающей среды и система прав собственности на природные ресурсы // Экономика и математические методы. — 1997. — Т. 33 (3). — С. 5–15.
6. **Львов Д.С.** Экономика развития. — М.: Экзамен, 2001. — 704 с.
7. **System of Environmental Economic Accounting 2012 — Central Framework (SEEA 2012. Central Framework)** [Электронный ресурс]. — [http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/SEEA\\_CF\\_Final\\_en.pdf](http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/SEEA_CF_Final_en.pdf) (дата обращения 20.06.2016).
8. **System of Environmental Economic Accounting for Water. Department of Economic and Social Affairs Statistics Division (SEEA\_Water)** [Электронный ресурс]. — [http://unstats.un.org/unsd/publication/seriesf/Seriesf\\_100e.pdf](http://unstats.un.org/unsd/publication/seriesf/Seriesf_100e.pdf) (дата обращения 02.12.2020).
9. **Muller N., Mendelsohn R.** Measuring the damages of air pollution in the United States // Journ. of Environmental Economics and Management. — 2007. — N 54. — P. 1–14.
10. **Артеменков А.И., Медведева О.Е., Шевчук А.В.** Методы оценки стоимости водных ресурсов, проводимой в соответствии с международными стандартами статистического учета (СНС-2008, СЭАУ-2012, СЭАУ-Вода-2012) // Вопросы оценки. — 2016. — № 3. — С. 30–31.

11. **Fu M., Liu H., Jin X., Xe K.** National-to port-level inventories of shipping emissions in China // Environmental Research Letters [Электронный ресурс]. — <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa897a/pdf> (дата обращения 02.12.2020).
12. **MacArthur D., Osland L.** Ships in a city harbour: An economic valuation of atmospheric emissions // Transportation Research. Part D. Transport and Environment. — 2013. — Vol. 21. — P. 47–52.
13. **Port of London Authority.** Air quality strategy for the tidal Thames. 2018 [Электронный ресурс]. — <https://www.pla.co.uk/assets/airquality2018.pdf> (дата обращения 02.12.2020).
14. **Merk O.** Shipping Emissions in Ports // International Transport Forum, Paris, France, December 2014 [Электронный ресурс]. — <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/dp201420.pdf> (дата обращения 02.12.2020).
15. **Maragkogianni A., Papaefthimiou S., Zopounidis C.** Shipping Industry and Induced Air Pollution // Springer Briefs in Applied Sciences and Technology. — 2016. — Book Mitigating Shipping Emissions in European Ports. — P. 1–9.
16. **Maragkogianni A., Papaefthimiou S., Zopounidis C.** The Case of Greek Ports // Springer Briefs in Applied Sciences and Technology. — 2016 — Book Mitigating Shipping Emissions in European Ports. — P. 49–61.
17. **Rodriguez G., Alcalde E., Murcia-Gonzalez J., Sauri S.** Evaluating air emission inventories and indicator // WMU Journ. of Maritime Affairs. — 2017. — Vol. 16. — P. 405–420.
18. **Медведева О.Е., Артеменков А.И.** Оценка ущерба от загрязнения атмосферного воздуха в России. Современные подходы и методика // Имущественные отношения в РФ. — 2019. — № 8 (215). — С. 31–43.
19. **DEFRA (2019).** Air quality damage cost guidance, January 2019 [Электронный ресурс]. — <https://www.gov.uk/guidance/air-quality-economiceconomicanalysis#damage-costs-approach> (дата обращения 02.12.2020).
20. **EnvEcon.** Air Pollutant Marginal Damage Values. Guidebook for Ireland 2015. [Электронный ресурс]. — [https://envecon.eu/wp-content/uploads/2017/08/EnvEcon\\_2015\\_Air\\_Pollutant\\_Marginal\\_Damage\\_Values\\_Guidebook\\_for\\_Ireland.pdf](https://envecon.eu/wp-content/uploads/2017/08/EnvEcon_2015_Air_Pollutant_Marginal_Damage_Values_Guidebook_for_Ireland.pdf) (дата обращения 02.12.2020).
21. **Costs of air pollution from European Industrial facilities 2008–2012 — an updated assessment** // EEA Technical report [Электронный ресурс]. — <https://www.eea.europa.eu/publications/costs-of-air-pollution-2008-2012> (дата обращения 02.12.2020).
22. **Moldanova J., Fridell E., Popovicheva O., Focsa C.** Characterisation of particulate matter and gaseous emissions from a large ship diesel engine // Atmospheric Environmen. — 2009. — Vol. 43 (16). — P. 2632–2641.
23. **Грузооборот морских портов по бассейнам** [Электронный ресурс]. — [http://www.morport.com/sites/default/files/inline/files/basseynu\\_napravleniya\\_12\\_2018\\_g.pdf](http://www.morport.com/sites/default/files/inline/files/basseynu_napravleniya_12_2018_g.pdf) (дата обращения 02.12.2020).
24. **Официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга** [Электронный ресурс]. — <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/ecology/news/79168/> (дата обращения 02.12.2020).

*Поступила в редакцию 23.03.2021*

*После доработки 26.04.2021*

*Принята к публикации 13.10.2021*