

DOI: 10.24937/2542-2324-2022-3-401-128-138  
УДК 551.463.288:[629.54+627.2]

Н.В. Жарких, В.И. Таровик  
ФГУП «Крыловский государственный научный центр», Санкт-Петербург, Россия

## ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПОДВОДНОГО ШУМА МОРСКИХ СУДОВ, МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВЫХ СООРУЖЕНИЙ И ОБЪЕКТОВ ПОРТОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

**Объект и цель научной работы.** Статья является частью процесса подготовки проекта национального стандарта Российской Федерации (далее – Стандарт), включающего общие положения с описанием источников техногенного подводного шума морских судов, нефтегазопромысловых сооружений и объектов портовой инфраструктуры.

**Материалы и методы.** В работе рассматриваются вопросы, касающиеся источников техногенного подводного шума от морской промышленной и транспортной деятельности на Северном морском пути и других акваториях российских морей. Информация об источниках указанного шума, в т.ч. в ледовых условиях, основывается на обобщении публикаций и материалов в СМИ, посвященных данной проблеме, а также на опыте работы сотрудников Крыловского центра.

**Основные результаты.** Выполнена оценка основных источников техногенного подводного шума морских судов, морских нефтегазопромысловых сооружений и объектов портовой инфраструктуры. Результаты исследования предназначены для использования при подготовке проекта Стандарта, направленного на регламентацию техногенного подводного шума в акваториях российских морей.

**Заключение.** Приведенное в статье техническое описание объектов морской техники дает возможность определить основные направления стандартизации параметров их подводной шумности.

**Ключевые слова:** техногенный подводный шум, морские буровые установки, морские добычные платформы и промышленные сооружения, морские суда, донное технологическое оборудование и трубопроводы, объекты портовой инфраструктуры.

*Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.*

DOI: 10.24937/2542-2324-2022-3-401-128-138  
UDC 551.463.288:[629.54+627.2]

N.V. Zharkikh, V.I. Tarovik  
Krylov State Research Centre, St. Petersburg, Russia

## MAIN SOURCES OF UNDERWATER NOISE FROM MARINE VESSELS, OIL & GAS PRODUCTION PLATFORMS AND PORT INFRASTRUCTURE FACILITIES

**Object and purpose of research.** This paper is a part of efforts to draft a Russian Federation national standard (Standard), including general description of the man-made underwater noise radiated from marine vessels, oil & gas production platforms and port infrastructure facilities.

**Materials and methods.** The paper is concerned with the sources of underwater noise radiated in the process of marine industry and transportation activities across the Northern Sea Route and other Russian seas. Information about underwater radiated noise, including ice conditions, is based on the analysis of publications and mass media data on this subject, as well as experience of Krylov Centre researchers.

*Для цитирования:* Жарких Н.В., Таровик В.И. Основные источники подводного шума морских судов, морских нефтегазопромысловых сооружений и объектов портовой инфраструктуры. Труды Крыловского государственного научного центра. 2022; 3(401): 128–138.

*For citations:* Zharkikh N.V., Tarovik V.I. Main sources of underwater noise from marine vessels, oil & gas production platforms and port infrastructure facilities. Transactions of the Krylov State Research Centre. 2022; 3(401): 128–138 (in Russian).

**Main results.** Primary sources of man-made underwater noise radiated from marine vessels, oil & gas production platforms and port infrastructure are assessed. The results are intended to be used for preparation of a draft Standard for regulating the man-made noise across Russian seas.

**Conclusion.** The technical description of marine structures given in the paper makes it possible to identify main vectors of standardization for their underwater noise parameters.

**Keywords:** man-made underwater noise, marine drilling rigs, marine production platforms and industrial infrastructure, marine vessels, subsea technologies and pipelines, port infrastructure facilities.

*The authors declare no conflicts of interest.*

## Введение

### Introduction

Указом Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации до 2024 года» поставлена задача развития Северного морского пути (СМП) и увеличения грузопотока по СМП до 80 млн т к 2024 г. Это связано с активным освоением энергетических ресурсов Арктического региона. Наибольший вклад в формирование грузопотока по СМП вносят экспортные перевозки сжиженного природного газа (СПГ) (проект «Ямал СПГ», ПАО «Новатэк») и сырой нефти (проект «Новый порт», ПАО «Газпром нефть») [1].

Основными грузами, перевозимыми по СМП, являются: сжиженный природный газ, сырая нефть, каменный уголь, железная руда и концентрат, рыбная продукция, генеральные, в т.ч. контейнерные, грузы. Перевозки осуществляют преимущественно крупнотоннажные транспортные суда: танкеры СПГ, нефтяные танкеры, балкеры, контейнеровозы. На интенсивность подводного шума в контролируемых акваториях влияют не только морские суда, но и морские нефтегазовые объекты, подводные добычные комплексы, трубопроводы, объекты портовой инфраструктуры (береговые отгрузочные комплексы, портовый флот, якорные стоянки и др.). Все перечисленные объекты являются источниками техногенного подводного шума.

Увеличение интенсивности судоходства, активизация морской добычи полезных ископаемых связаны с ростом техногенного подводного шума, что требует регламентации его влияния на морские экосистемы.

В структуру перспективного Стандарта целесообразно включить основные источники техногенного подводного шума и выполнить их общее описание.

К основным источникам техногенного подводного шума можно отнести [2]:

- морские суда и ледокольные караваны;
- морские буровые установки;

- морские добычные платформы и промышленные сооружения;
- донное технологическое оборудование и трубопроводы;
- объекты портовой инфраструктуры.

## Морские суда и ледокольные караваны

### Marine vessels and icebreaker convoys

Для перевозки углеводородов, контейнерных, навалочных и других грузов по СМП используются морские суда соответствующих типов, которые вносят вклад в подводный шум.

Параметры подводного шума морских судов зависят от следующих характеристик:

- тип судна (танкер, танкер СПГ, балкер, контейнеровоз, ледокол, судно обеспечения, судно портового флота, вспомогательное судно, например, трубоукладочное или крановое);
- водоизмещение;
- мощность энергетической установки;
- тип и мощность пропульсивного комплекса;
- скорость хода;
- режимы работы главной энергетической установки;
- режимы эксплуатации судна;
- класс судна (ледовое или безледовое).

Как известно, основными физическими источниками подводного шума судов являются [3]:

- машины и механизмы;
- гребные винты (ГВ);
- натекающий на движущееся судно поток;
- ледяные образования – однолетний, двухлетний, многолетний арктический лед, ледяной припай, дрейфующий лед, мелкобитый лед, торосы, ледяной покров.

Подводный шум машин и механизмов обусловлен работой главных судовых двигателей и вспомогательных механизмов. В их числе: насосы, лебедки, якоря, генераторы (включая дизельные), котлы, компрессоры, рулевые машины, сепараторы, оборудование для вентиляции и кондиционирования воздуха.

Шум от работы гребного винта транспортного судна вносит существенный вклад в подводный шум. Значимым источником шума ГВ является кавитация. Кавитационный процесс на лопастях может быть вихревым, образующимся на концах лопастей ГВ и создающим геликоидальный вихрь, и поверхностным, образующимся непосредственно на поверхностях лопастей ГВ.

Известны следующие основные механизмы генерации кавитационного шума [4]:

- вихревая кавитация (образование отдельных пузырьков или сплошных кавитационных областей в ядрах свободных вихрей при обтекании винтов на краях лопастей);
- профильная пузырьчатая кавитация (образование у передней кромки лопасти перемещающихся по ее поверхности отдельных почти сферических пузырьков, которые схлопываются у задней кромки);
- пленочная кавитация (образование сплошной полости без отдельных пузырьков на большей части лопасти).

Возможен периодический переход пленочной кавитации в пузырьчатую и обратно. Можно отметить, что для начальной стадии кавитации наиболее характерны вихревая и пузырьчатая формы, которые затем переходят в пленочную.

Турбулентный шум образуется при обтекании корпуса судна натекающим потоком и обусловлен пульсациями скорости и давления.

При осуществлении ледокольной проводки транспортных судов в составе караванов особым характерным источником шума является разрушение ледоколом ледовых полей, что связано со сложным физическим процессом обтекания корпуса.

Ледокольные караваны являются пространственным источником техногенного подводного шума, т.к. включают от одного до нескольких ледоколов, осуществляющих проводку группы транспортных судов.

Для обустройства месторождений нефти и газа используются вспомогательные суда, например трубоукладочные и крановые.

Для трубоукладочного судна дополнительно к перечисленным источникам подводного шума относятся следующие:

- двигатели на режимах транспортировки и динамического позиционирования в рабочем режиме укладки подводного трубопровода;
- виброактивное технологическое оборудование (для подготовки труб к сварке, сварочное, спускоподъемное, натяжительное, транспортирующее, грузоподъемное);
- крановая система поддержания стингера.

На крановом судне дополнительными источниками подводного шума могут быть:

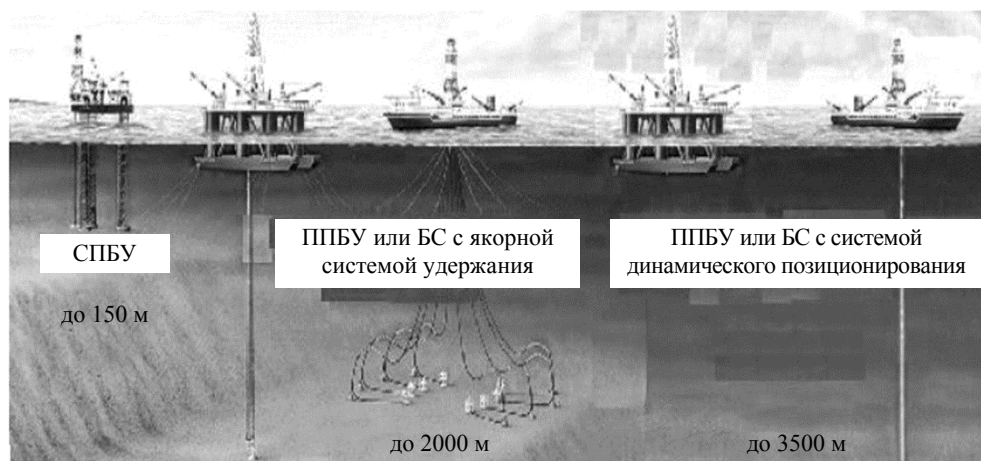
- двигатели на режимах транспортировки и в рабочем режиме выполнения грузовых операций;
- технологическое оборудование;
- грузовая крановая система.

## Морские буровые установки

Offshore drilling rigs

Морские буровые установки (рис. 1) используются при разведочном бурении и для разведки нефтегазовых месторождений на шельфе морей Российской Федерации.

Степень подводного шумового воздействия на морскую среду от буровых установок зависит от их типа, конструкции и режимов эксплуатации. Мор-



**Рис. 1.** Типы морских буровых установок [5]

**Fig. 1.** Types of offshore drilling rigs [5]

ские буровые установки по типу конструкции разделяются на: полупогружные (ППБУ), самоподъемные (СПБУ) и буровые суда (БС).

ППБУ применяют для производства геолого-разведочных работ при глубинах акваторий до 200–300 м. Количество стабилизирующих колонн обычно регламентируется количеством подводных понтонов. Установки с 3 и 5 подводными понтонами имеют по одной стабилизирующей колонне на каждой из них. Установки с двумя параллельными корпусами имеют четное количество колонн (4, 6 или 8), полупогружные установки с более сложной системой подводных понтонов имеют большое количество стабилизирующих колонн [6].

В частности, основные характеристики ППБУ «Северное сияние» и «Полярная звезда» следующие [7]:

- габаритная длина понтона – 119 м, ширина – 17 м, высота – 10 м;
- длина верхнего строения – 85 м, ширина верхнего строения – 72,7 м;
- водоизмещение – 59 900 т при эксплуатационной осадке 21,5–23,5 м;
- мощность энергетической установки (ЭУ) – 32 000 кВт.

СПБУ используются для бурения скважин при глубинах до 120 м. Например, СПБУ «Арктическая» имеет следующие характеристики [8]:

- длина корпуса – 88 м, ширина корпуса – 66 м, высота борта – 9,7 м;
- длина опор – 139 м;
- количество опор – 3 шт.;
- водоизмещение – 16 350 т;
- мощность ЭУ – 6000 кВт.

ППБУ состоят из верхнего строения, стабилизирующих колонн и нижних понтонов. Такие установки могут быть буксируемыми либо самоходными. По способу удержания над скважиной в процессе бурения ППБУ подразделяют на три типа:

- с якорной системой удержания (ЯСУ);
- с динамическим позиционированием (ДП);
- на натяжных опорах.

ЯСУ – это особое устройство, включающее 8–12 и более цепей специальной категории прочности с якорями, якорными лебедками, роликами якорных цепей, обеспечивающими проводку цепей по колоннам вниз. С помощью судна обеспечения якоря расставляются на необходимое расстояние от ППБУ, и установка оказывается зафиксированной на радиально разнесенных якорных канатах. Предварительное натяжение, создаваемое якорными лебедками, обеспечивает необходимую жесткость удержания ППБУ при

горизонтальных смещениях от воздействия волнения и ветра.

Система ДП представляет собой несколько подруливающих устройств, которые связаны с системой автоматического контроля положения относительно точки бурения и выдачи команд на включение подруливающих устройств с целью возврата в это положение при горизонтальных отклонениях ППБУ.

Основными элементами системы удержания на натяжных опорах являются понтоны с переменной плавучестью, опоры под платформу, фундамент, устанавливаемый на дне в точке бурения, и растяжки, соединяющие понтоны с фундаментом, который является придонным якорем и удерживает понтоны в подводном положении. В качестве растяжек используют герметично закрытые по концам трубы, обладающие положительной плавучестью. Конструкции фундамента могут быть различными: погруженные в грунт сваи больших диаметров, массивные плиты или пустотелые емкости.

В состав системы ДП входят такие источники шума, как мощные подруливающие устройства в виде поворотных азимутальных движителей. Пример ППБУ приведен на рис. 2.

СПБУ самостоятельно или с помощью буксирных судов доставляется на точку выполнения буровых работ и при поддержке буксиров выполняет морские операции по выдвигению опорных колонн, затем фиксируется на грунте. При выполнении морских операций постановки и демобилизации СПБУ шумовое воздействие на подводную



**Рис. 2.** Полупогружная плавучая буровая установка «Полярная звезда» [9]

**Fig. 2.** Semi-submersible drilling rig "Polyarnaya Zvezda" [9]



**Рис. 3.** Самоподъемная буровая установка «Арктическая» с выдвигаемыми опорами [10]

**Fig. 3.** Self-elevating drilling rig “Arkticheskaya” with jackup legs [10]

среду оказывается при работе спускоподъемного оборудования, а также буксирных судов. Пример СПБУ приведен на рис. 3.

БС используются при бурении поисковых и разведочных скважин в отдаленных районах. БС с системой ДП могут работать на акваториях глубиной от 400 до 3600 м [11]. Современные БС [11] имеют длину 150–255 м, ширину 24–42 м, водоизмещение от 15 000 до 95 000 т. Мощность ЭУ составляет 27–80 МВт. На БС предусматриваются емкости для размещения до 6500 м<sup>3</sup> буровых растворов и стеллажи для хранения буровых и обсадных труб.

К основным источникам шума морских буровых установок можно отнести следующие [2]:

- двигатели при транспортировке и установке на точку бурения;
- буровое и технологическое оборудование;
- потоки пластовых и буровых жидкостей в буровых райзерах;
- подводное (противовибросовое) устьевое оборудование;
- суда обеспечения буровых работ (суда снабжения, дежурные спасательные суда, ледоколы управления ледовой обстановкой и суда ликвидации разливов нефтепродуктов).

Комплекс технологического оборудования включает [12]:

- оборудование для бурения скважины;
- оборудование по приготовлению, подаче, утяжелению регенерации и хранению бурового раствора, очистке раствора от выбуренной породы;

- оборудование для приема и хранения порошкообразных материалов для приготовления бурового и цементного растворов;
- оборудование для приготовления цементного раствора и нагнетания его в скважину при ее креплении;
- оборудование для производства электрометрических и каротажных работ в скважине;
- оборудование для освоения скважины;
- вспомогательное оборудование (грузоподъемные краны, тельферы, устройства малой механизации и др.);
- оборудование по предотвращению загрязнения моря; системы управления и контроля технологического процесса строительства скважины.

Помимо перечисленных источников подводного шума, характерных для морских судов и морских буровых установок, к источникам подводного шума БС можно отнести также: цепные якорно-швартовные системы удержания; вращение турели; торшение ледяных образований при обтекании корпуса; ледокол обеспечения; суда снабжения; перегрузочное оборудование.

## Морские добычные платформы и промышленные сооружения

Marine production platforms and industrial infrastructure

На арктическом и дальневосточном шельфе Российской Федерации для добычи углеводородов используются морские добычные платформы и промышленные сооружения.

Морские добычные платформы представляют собой крупногабаритные конструкции, расположенные на месторождениях нефти и газа, и предназначены для бурения горизонтально направленных скважин, добычи, хранения и подготовки нефти, газа и газового конденсата, отгрузки добытого продукта на морские транспортные суда (танкеры) или в береговые хранилища по трубопроводам.

К данному типу сооружений можно отнести:

- морские стационарные платформы (МСП), в т.ч. морские ледостойкие стационарные платформы (МЛСП);
- суда типа FPSO (Floating Production, Storage and Offloading; плавучие системы нефтегазодобычи, хранения и отгрузки) (рис. 4);
- морские ледостойкие технологические платформы (МЛТП).

На МСП устанавливается буровое, нефтегазо-промышленное и вспомогательное оборудование, а также оборудование и системы для производства других работ, связанных с разработкой морских нефтяных и газовых месторождений (оборудование для закачки воды в пласт, капитального ремонта скважин и т.п.), которое является источником техногенного подводного шума.

МСП различают по следующим признакам: способу опирания и крепления к морскому дну; типу конструкции; материалу и др.

По способу закрепления на морском дне МСП бывают: свайные, гравитационные, свайно-гравитационные, маятниковые и натяжные. По типу конструкции: сквозные, сплошные и комбинированные. По материалу конструкции: металлические, железобетонные и комбинированные. Сквозные конструкции выполняются решетчатыми. Элементы решетки занимают относительно небольшую площадь по сравнению с площадью граней пространственной фермы. Сплошные конструкции (например, бетонные) непроницаемы по всей площади внешнего контура сооружения. Типы МСП представлены на рис. 5 и 6.

К основным источникам шума морских добычных платформ и промышленных сооружений можно отнести:

- буровое, технологическое и отгрузочное оборудование;
- потоки пластовых флюидов в системе гибких добычных райзеров;



Рис. 4. Судно типа FPSO [13]

Fig. 4. FPSO vessel [13]

- подводную систему донного устьевого оборудования, манифольдов и компрессорных станций;
- транспортные суда;
- суда снабжения;
- дежурные аварийно-спасательные суда;
- ледоколы управления ледовой обстановкой;
- суда ликвидации разливов нефтепродуктов;
- торошение ледовых полей в процессе натекания на опорные конструкции платформ или на ледовый дефлектор.

Шум от деятельности МСП в основном попадает в водную среду через опоры и опорное основание.

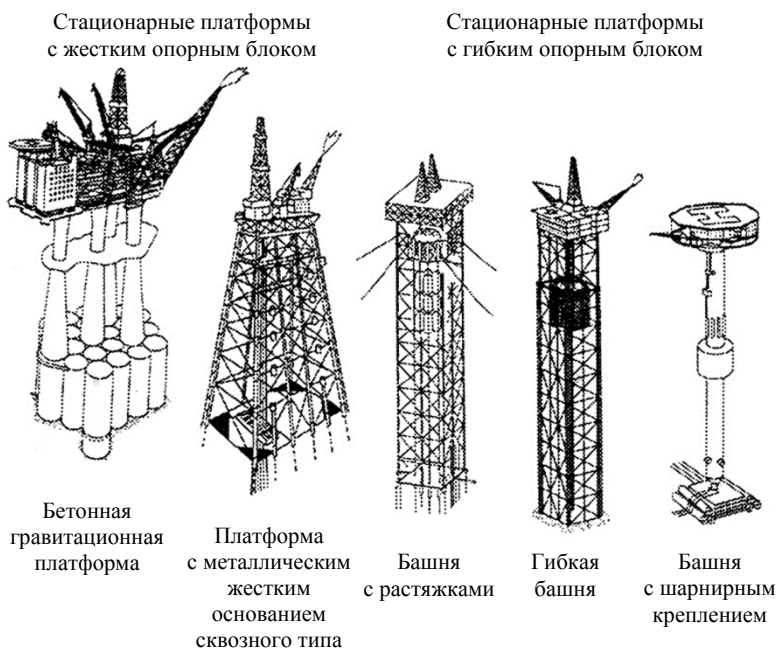


Рис. 5. Современные стационарные платформы, используемые для разработки шельфовых нефтегазовых месторождений [14]

Fig. 5. Modern fixed-type oil & gas platforms [14]



**Рис. 6.** Морская ледостойкая стационарная платформа «Приразломная» с кессонным основанием [15]

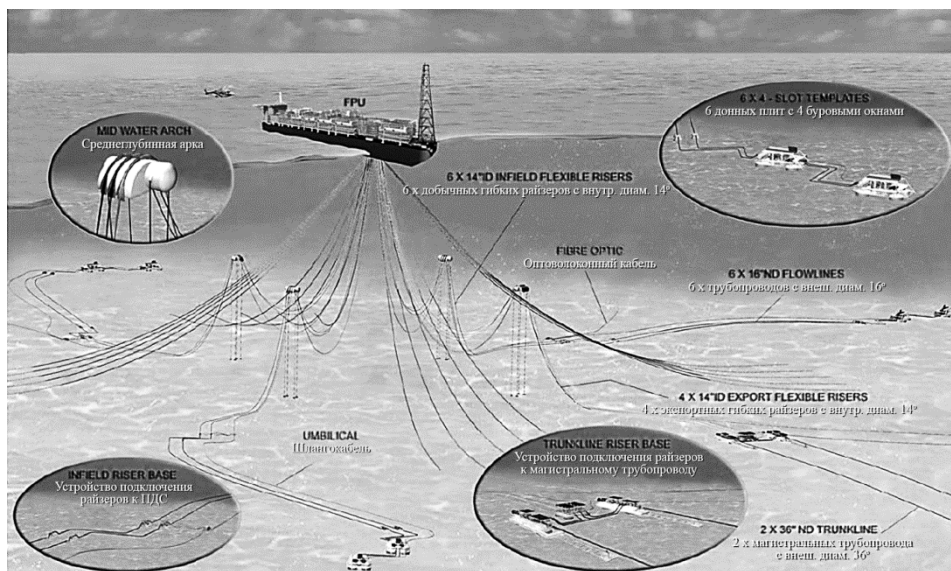
**Fig. 6.** Marine ice-resistant fixed platform *Prirazlomnaya* with a caisson base [15]

Для понимания процессов шумоизлучения платформ гравитационного типа требуется проведение ряда натурных исследований.

## Донное технологическое оборудование и трубопроводы

Subsea technologies and pipelines

Донное технологическое оборудование и трубопроводы входят в состав системы подводной добычи (СПД) нефти и газа (рис. 7), которые устанавливаются на морское дно при обустройстве месторождений углеводородов.



**Рис. 7.** Пример обустройства Штокмановского газоконденсатного месторождения с системой подводной добычи [18, с. 313]

**Fig. 7.** Shtokman gas condensate field with a subsea production system, example of arrangement [18, p. 313]

СПД – это совокупность одного или нескольких подводных добычных комплексов (ПДК), надводных и береговых сооружений, предназначенных для добычи углеводородов на морских месторождениях с использованием подводного нефтепромыслового оборудования [16].

ПДК представляет собой комплекс подводных устройств, систем и оборудования, предназначенный для обеспечения добычи пластовой продукции на морских нефтегазовых месторождениях с использованием скважин с подводным заканчиванием [17].

СПД классифицируются по степени сложности от единичной (автономной) скважины, связанной промышленным трубопроводом с морской платформой или береговой установкой, до нескольких скважин в составе интегрированного комплекса или куста скважин, расположенных вокруг манифольда, продукция от которого направляется на платформу или берег.

Источниками техногенного подводного шума в результате работы подводного технологического оборудования являются следующие элементы [19], которые могут входить в состав СПД (нагнетания):

- система манифольда для сбора и распределения потоков различных флюидов;
- подводное технологическое оборудование, включая сепараторы, насосы или компрессоры;
- система нагнетания химических реагентов;
- трубопроводы гидравлической системы управления и системы подачи химических реагентов;

- одна или несколько выкидных линий (трубопроводов), предназначенных для транспортировки добытых и/или нагнетаемых пластовых флюидов между скважинами и местом расположения основного оборудования;
- один или несколько райзеров для транспортировки добываемых и/или нагнетаемых пластовых флюидов между расположенными на дне выкидными линиями и основным технологическим оборудованием;
- оборудование для проведения внутрискважинных работ, используемое на стадиях монтажа и вывода из эксплуатации подводного оборудования, а также для технического обслуживания подводных скважин.

Также источниками подводного шума могут служить дистанционные управляемые аппараты или обитаемые подводные аппараты, осуществляющие обслуживание СПД. В зависимости от конфигурации и состава оборудования СПД уровень подводного шума будет различным. Поскольку ранее исследования уровня подводного шума СПД не проводились, количественных данных о параметрах подводного шума нет.

Для прокладки трубопроводов по морскому дну используются специальные плавсредства, вносящие свой вклад в техногенный подводный шум:

- трубоукладочное судно или баржа;
- земснаряды (гидромониторы) или грейферный экскаватор для дноуглубительных работ;
- лебедки на морской платформе при прокладке трубопровода от нее;
- самоотвозной земснаряд для обратной засыпки траншеи после укладки в нее трубопроводов;
- ледоколы для поддержки при выемке грунта в зимний период;
- судно – завозчик якорей при их расстановке;
- суда, обеспечивающие динамическое позиционирование (гидрографическое судно, судно поддержки) для земснаряда с фрезерным рыхлителем и др.

## Объекты портовой инфраструктуры

Port infrastructure facilities

В арктических портах (рис. 8), портах СМП и дальневосточных морей Российской Федерации осуществляется перевалка и обработка грузов, перевозимых морским транспортом. На территории морских портов также функционируют:

- нефтеперерабатывающие предприятия;

- промышленные комплексы по переработке сырьевых материалов, поступающих в результате морских перевозок;
- предприятия, отгружающие свою продукцию непосредственно на грузовые терминалы порта. Вся деятельность, осуществляемая в морском порту, влияет на уровень шумности на территории порта и его акватории.

Источниками, вносящими свой вклад в шумовое загрязнение береговой территории и акватории порта, можно назвать следующие:

- портовые гидротехнические сооружения (причалы, пирсы, выносные причалы) при выполнении швартовных и грузовых операций;
- доки и судоподъемные сооружения при осуществлении ремонтных работ;
- ледоколы при осуществлении ледокольных операций, сопровождающихся разрушением льда;



а)



б)

**Рис. 8.** Порт Сабетта: а) в летний период [20]; б) в зимний период [21]

**Fig. 8.** Sabetta port: а) summer season [20]; б) winter season [21]



- буксиры при осуществлении буксировочных операций;
- суда портового флота при работе в операционной зоне грузовых причалов, на фарватерах и в акваториях порта;
- наземный транспорт, портовые краны при работе на берегу в пределах портовой территории;
- перегрузочное оборудование (разгрузочные и погрузочные устройства, элеваторы);
- якорные стоянки;
- морские терминалы;
- бункеровочные станции;
- плавучие краны;
- транспортные суда.

Характер акустического воздействия портовых инфраструктурных источников может быть различным вследствие:

- большого количества источников шума;
- протяженности портовой территории;
- геологических и гидрологических условий акватории порта;
- рельефа береговой линии.

Подводный шум от локальных источников может формироваться в ограниченных припортовых акваториях, а может распространяться на значительные расстояния в зависимости от естественных условий расположения порта и специфики его инфраструктуры [2], включая конструктивные особенности фарватеров и расположение молов и защитных сооружений.

## Заключение

### Conclusion

Целью настоящей статьи является обоснование необходимости включения основных источников техногенного подводного шума на арктическом шельфе Российской Федерации, на СМП и шельфе дальневосточных морей в состав перспективного национального Стандарта. В первую часть этого документа планируется включить общее техническое описание и анализ основных физических источников техногенного подводного шума морских судов, нефтегазопромысловых сооружений и объектов портовой инфраструктуры.

Все перечисленные в статье источники техногенного подводного шума гражданской морской техники с определенной для каждого источника интенсивностью воздействуют на безопасность жизнедеятельности морских экосистем. Для выработки российских требований по подводной

шумности необходимо разработать национальные стандарты и правила, основываясь на натурных исследованиях, в т.ч. в ледовых условиях.

## Список использованной литературы

1. *Волин П.* Северный морской путь наращивает обороты // Парламентская газета. 2021. 21 декабря. URL: <https://www.pnp.ru/top/site/severnyy-morskoj-put-narashivaet-oboroty.html> (дата обращения: 27.01.2022).
2. *Таровик В.И.* Постановка задачи о техногенном подводном шуме как факторе государственной морской промышленной и транспортной политики // Труды Крыловского государственного научного центра. 2021. Вып. 3(397). С. 115–126. DOI: 10.24937/2542-2324-2021-3-397-115-126.
3. *Урик Р.Д.* Основы гидроакустики / Пер с англ. *Н.М. Гусева* [и др.]. Ленинград : Судостроение, 1978. 445 с.
4. *Король А.Я.* Мореходные качества судна : учеб. пособие для судоводителей : разд. : «Непотопляемость, качка, сопротивление воды, движители и прочность судна». Одесса : Одесская морская академия, 2018. 100 с.
5. Критерии выбора морских буровых установок для строительства поисково-разведочных скважин на лицензионных участках компании на шельфе Российской Федерации / Роснефть, Департамент бурения и технологий на шельфе // Технологии в области разведки и добычи нефти : материалы конференции. Москва, 2017. 21 с. URL: [http://techneft.ru/images/doc/sekcii/05\\_morskie\\_raboty/7\\_kompleksnyiy\\_metod\\_vyibora\\_morskih\\_burovyih.pdf](http://techneft.ru/images/doc/sekcii/05_morskie_raboty/7_kompleksnyiy_metod_vyibora_morskih_burovyih.pdf) (дата обращения: 27.01.2022).
6. Полупогружные плавучие буровые установки // Хелпикс.Орг : [сайт]. Б.м., 2015. URL: <https://helpiks.org/3-91259.html> (дата обращения: 20.03.2022).
7. *Булатов А.И., Проселков Ю.М., Шаманов С.А.* Техника для бурения нефтяных и газовых скважин на море // Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин : учеб. Москва : Недра-Бизнес-центр, 2003. Гл. 25. С. 919–1002.
8. СПБУ Арктическая // Neftegaz.RU : инф.-аналит. портал : [сайт]. 2015. 16 мая. URL: <https://neftgaz.ru/tech-library/suda-neftgazovye-i-morskoe-oborudovanie-dlya-bureniya/142229-spbu-arkticheskaya/> (дата обращения: 14.03.2022).
9. Полупогружная плавучая буровая установка «Полярная звезда» // Газпром флот : [сайт]. Москва, 2022. URL: <https://flot.gazprom.ru/ppbu-polyarnaya-zvezda/> (дата обращения: 27.01.2022).
10. ППБУ (полупогружные плавучие буровые установки) – техника для бурения морских скважин //

- AllSpecTech.com : [сайт]. URL: <http://allspectech.com/stroitel'naya/burovye-ustanovki/plavuchie/polupogruznye.html> (дата обращения: 27.01.2022).
11. Локтионов А.Н. Особенности сбора информации для оценки судов, позиционирование объекта оценки на рынке // Городской центр оценки : [сайт]. Санкт-Петербург, 2018. 9 окт. URL: [https://gzo-spb.ru/images/articles/osobennosti\\_sbora\\_informacii\\_dlya\\_ocenki\\_sudov.pdf](https://gzo-spb.ru/images/articles/osobennosti_sbora_informacii_dlya_ocenki_sudov.pdf) (дата обращения: 14.03.2022).
  12. Локтионов А.Н. Коротко о буровых судах : На примере БС 7 поколения // Городской центр оценки : [сайт]. Санкт-Петербург, 2019. URL: [https://gzo-spb.ru/images/content/korotko\\_o\\_burovih\\_sudah.pdf](https://gzo-spb.ru/images/content/korotko_o_burovih_sudah.pdf) (дата обращения: 11.03.2022).
  13. Типы судов – FPSO // Морской сайт : [сайт]. URL: <http://seaman-sea.ru/stati/640-tipi-sudov-fps.html> (дата обращения: 27.01.2022).
  14. Учебно-методический комплекс дисциплины «Освоение шельфовых месторождений» / Сост. С.А. Шалахметова, А.С. Блскак. Алматы : КазНТУ, 2006. 92 с.
  15. Как добывают нефть в море: как создается и работает морская нефтяная платформа // Pro-arctic : [сайт]. 2017. 6 марта. URL: <https://pro-arctic.ru/06/03/2017/technology/25476> (дата обращения: 27.01.2022).
  16. ГОСТ Р 59304-2021. Нефтяная и газовая промышленность. Системы подводной добычи. Термины и определения. Москва : Стандартинформ, 2021. IV, 15 с.
  17. Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ : НД № 2-090601-005 / Российский морской регистр судоходства. Санкт-Петербург, 2017. 180 с.
  18. Способы освоения морских нефтегазовых месторождений // Технология бурения нефтяных и газовых скважин: учебник : в 5 т. Т. 5. Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. С. 302–313.
  19. СТО Газпром 2-3.7-576-2011. Проектирование, строительство и эксплуатация подводных добычных систем : стандарт организации. Москва, 2012. V, 274 с.
  20. Подходной канал к морскому порту Сабетта расширят // ASN-info : [сайт]. 2020. 03 июля. URL: <https://m.asninfo.ru/news/91497-podkhodnoy-kanal-k-morskomu-portu-sabetta-rasshiryat> (дата обращения: 27.01.2022).
  21. В порту Сабетта приступил к эксплуатации газовоз СПГ «Яков Гаккель» // Информационное агентство REX : [сайт]. 2019. 11 декабря. URL: <https://iarex.ru/news/73098.html> (дата обращения: 27.01.2022).
  2. Tarovik V.I. Formulation of the man-made underwater noise problem as a factor of the state policy in marine industry and transport // Transactions of the Krylov State Research Centre. 2021. Vol. 3(397). P. 115–126. DOI: 10.24937/2542-2324-2021-3-397-115-126 (in Russian).
  3. Urlick R.J. Principles of underwater sound / Translated from English by N.M. Gusev [et al.]. Leningrad : Sudostroenie, 1978. 445 p.
  4. Korol A.Ya. Seakeeping qualities of ship : training manual for ship navigators: section “Damage control, motions, water resistance, propulsors and ship strength”. Odessa : Odessa Marine Academy, 2018. 100 p. (in Russian).
  5. Criteria for selecting marine drilling rigs for construction of exploratory wells on the company’s license blocks located on the Russian Federation Shelf / Rosneft, Department of offshore drilling and technologies // Prospecting and Production Technologies : Conference materials. Moscow, 2017. 21 p. URL: [http://techneft.ru/images/doc/sekcii/05\\_morskie\\_raboty/7\\_kompleksnyiy\\_metod\\_vyibora\\_morskih\\_burovyih.pdf](http://techneft.ru/images/doc/sekcii/05_morskie_raboty/7_kompleksnyiy_metod_vyibora_morskih_burovyih.pdf) (Accessed: 27.01.2022) (in Russian).
  6. Semi-submersible drilling rigs // Helpiks.org : [site]. 2015. URL: <https://helpiks.org/3-91259.html> (Accessed: 20.03.2022) (in Russian).
  7. Bulatov A.I., Proselkov Yu.M., Shamanov S.A. Technologies for drilling oil & gas wells at sea // Equipment and technologies for drilling oil & gas wells : handbook. Moscow : Nedra-Business Centre, 2003, Ch. 25. P. 919–1002 (in Russian).
  8. Self-elevating drilling rig “Arkticheskaya” // Neftegaz.ru : [site]. 2015. 16 May. URL: <https://neftgaz.ru/tech-library/suda-neftegazovye-i-morskoe-oborudovanie-dlya-bureniya/142229-spbu-arkticheskaya> (Accessed: 14.03.2022) (in Russian).
  9. Semi-submersible floating drilling rig “Polyarnaya Zvezda” // Gazprom flot : [site]. Moscow, 2022. URL: <https://flot.gazprom.ru/ppbu-polyarnaya-zvezda> (Accessed: 27.01.2022) (in Russian).
  10. SDDR (Semi-submersible floating drilling rigs) – technology for drilling offshore wells // AllSpecTech.com : [site]. URL: <http://allspectech.com/stroitel'naya/burovye-ustanovki/plavuchie/polupogruznye.html> (Accessed: 27.01.2022) (in Russian).
  11. Loktionov A.N. Specifics of information acquisition for ship assessments, positioning of the assessed object on the market // City assessment centre : [site]. St. Petersburg, 2018. 9 October. URL: [https://gzo-spb.ru/images/articles/osobennosti\\_sbora\\_informacii\\_top/site/severnoy-morskoy-put-narashhivaet-oboroty.html](https://gzo-spb.ru/images/articles/osobennosti_sbora_informacii_top/site/severnoy-morskoy-put-narashhivaet-oboroty.html) (Accessed: 27.01.2022) (in Russian).

## References

1. Volin P. North Sea Route picks up momentum // Parlament-skaya gazeta. 2021. 21 December. <https://www.pnp.ru/>

- dlya\_ocenki\_sudov.pdf (Accessed: 14.03.2022) (in Russian).
12. Loktionov A.N. Briefly about drillships: By the example of BS7 generation // City assessment centre: [site]. St. Petersburg, 2019. URL: [https://gzo-spb.ru/images/content/korotko\\_o\\_burovih\\_sudah.pdf](https://gzo-spb.ru/images/content/korotko_o_burovih_sudah.pdf) (Accessed: 11.03.2022) (in Russian).
  13. Ship types – FPSO // Morskoi site : [site]. URL: <http://seaman-sea.ru/stati/640-tipi-sudov-fpso.html> (Accessed: 27.01.2022) (in Russian).
  14. Teaching guide “Development of offshore fields” / Compiled by S.A. Shalakhmetova, A.S. Yskak. Almaty : KazNTU, 2006. 92 p. (in Russian).
  15. How to produce oil at sea: how does the offshore oil platform is designed and operated // Pro-arctic : [site]. 2017. 6 March. URL: <https://pro-arctic.ru/06/03/2017/technology/25476> (Accessed: 27.01.2022) (in Russian).
  16. GOST R 59304-2021. Oil and gas industry. Subsea production systems. Terms and definitions. Moscow : Standartinform, 2021. IV, 15 p. (in Russian).
  17. Rules for the Classification, Construction and Equipment of Mobile Offshore Drilling Units and Fixed Offshore Platforms : ND No. 2-090601-005 / Russian Maritime Register of Shipping. St. Petersburg, 2017. 180 p. (in Russian).
  18. Methods of offshore oil & gas field development // Handbook : in 5 volumes. Vol. 5. Tyumen : Industrial University of Tyumen, 2014. P. 302–313 (in Russian).
  19. STO Gazprom 2-3.7-576-2011. Design, construction and operation of subsea production systems: company’s standard. Moscow, 2012. V, 274 p. (in Russian).
  20. The access channel to the sea port of Sabetta will be widened // ASN-info : [site]. 2020. 03 July.

- URL: <https://m.asninfo.ru/news/91497-podkhodnoy-kanal-k-morskomu-portu-sabetta-rasshiryat> (Accessed: 27.01.2022) (in Russian).
21. LNG carrier Yakov Gakkel has come into commission in the Sabetta port // Information Agency REX : [site]. 2019. 11 December. URL: <https://iarex.ru/news/73098.html> (Accessed: 27.01.2022) (in Russian).

---

### Сведения об авторах

*Жарких Наталья Викторовна*, инженер 1-й категории лаборатории техногенного подводного шума, математического моделирования и гидроакустики океана ФГУП «Крыловский государственный научный центр». Адрес: 196158, Россия, Санкт-Петербург, Московское шоссе, д. 44. E-mail: nataliazhar58@mail.ru.

*Таровик Владимир Иванович*, к.т.н., начальник лаборатории техногенного подводного шума, математического моделирования и гидроакустики океана ФГУП «Крыловский государственный научный центр». Адрес: 196158, Россия, Санкт-Петербург, Московское шоссе, д. 44. Тел.: +7 (812) 415-46-81. E-mail: v\_tarovik@ksrc.ru.

### About the authors

*Natalia V. Zharkih*, Engineer 1<sup>st</sup> Category, Man-Made Underwater Noise, Mathematical Simulation and Ocean Hydroacoustics Laboratory, Krylov State Research Centre. Address: 44, Moskovskoye sh., St. Petersburg, Russia, post code 196158. E-mail: nataliazhar58@mail.ru.

*Vladimir I. Tarovik*, Cand. Sci. (Eng.), Head of Man-Made Underwater Noise, Mathematical Simulation and Ocean Hydroacoustics Laboratory, Krylov State Research Centre. Address: 44, Moskovskoye sh., St. Petersburg, Russia, post code 196158. Tel.: +7 (812) 415-46-81. E-mail: v\_tarovik@ksrc.ru.

Поступила / Received: 05.04.22  
Принята в печать / Accepted: 29.06.22  
© Жарких Н.В., Таровик В.И., 2022