

УДК [627.034:627.032]

DOI: 10.37890/jwt.vi76.335

## **Выбор типа буровой установки для разведочного бурения в арктических условиях по методу анализа иерархий**

**А.А. Хвалимова**<sup>1,2</sup>

*ORCID: 0000-0003-4093-5911*

**В.А. Крамарь**<sup>2</sup>

*ORCID: 0000-0002-0528-1978*

**А.В. Родькина**<sup>2</sup>

*ORCID: 0000-0002-4593-4259*

**О.А. Иванова**<sup>2</sup>

*ORCID: 0000-0002-3034-0968*

<sup>1</sup>*АО «ЦКБ «Коралл», г. Севастополь, Россия*

<sup>2</sup>*Севастопольский государственный университет, г. Севастополь*

**Аннотация.** Одной из базовых инфраструктур в экономике России, формирующих основной бюджет страны, является топливно-энергетический комплекс. Добыча нефтегазовой промышленности в акваториях Северного Ледовитого океана на континентальном шельфе России имеет развитие по некоторым тенденциям – для разведочного бурения в арктических условиях могут использоваться различные типы буровых установок, имеющих отличные друг от друга параметры. Их краткое описание, а также обоснование выбора наиболее эффективной концепции буровой установки для разведочного бурения в арктических условиях с помощью метода анализа иерархий приводится в данной статье. Для получения данных результатов был произведен расчет, который заключался в определении веса критериев выбора. Было произведено обоснованное на полученных результатах сравнение имеющихся альтернатив с последующим выбором наиболее эффективного для заданных условий варианта. Также была представлена новая концепция комбинированной погружной буровой установки для разведочного бурения в арктических условиях.

**Ключевые слова:** ледостойкая буровая установка, разведочное бурение, метод анализа иерархий, ледостойкость, мобильность, расширенный диапазон глубин, инновационность, альтернативы, погружная комбинированная буровая установка

## **Drilling rig type selection for exploratory drilling in the Arctic conditions using analytic hierarchy method**

**Alexandra A. Khvalimova**<sup>1,2</sup>

*ORCID: 0000-0003-4093-5911*

**Vadim A., Kramar**<sup>2</sup>

*ORCID: 0000-0002-0528-1978*

**Anna V. Rodkina**<sup>2</sup>

*ORCID: 0000-0002-4593-4259*

**Olga A. Ivanova**<sup>2</sup>

*ORCID: 0000-0002-3034-0968*

<sup>1</sup>*CDB «Corall» JSC, Sevastopol, Russia*

<sup>2</sup>*Sevastopol State University, Sevastopol*

**Abstract.** One of the basic infrastructures in the economy of Russia forming its core budget is the fuel and energy complex. Oil and gas production on the Russian Arctic continental shelf demonstrates some development trends, i.e. various types of drilling rigs having differing parameters can be used for exploratory drilling in the Arctic conditions. Their brief description and rationale for the selection of the most efficient concept of the drilling rig for exploratory

drilling in the Arctic conditions using analytic hierarchy method are the subjects of this article. To obtain the present results the calculation determining the selection criteria weight was carried out. Due to obtained results the existing alternatives were compared with further selection of the most efficient option for the specified conditions. Also, a new concept of combined submersible drilling rig for exploratory drilling in the Arctic conditions was presented.

**Keywords:** ice-resistant drilling rig, exploratory drilling, analytic hierarchy method, ice-resistance, mobility, extended depth range, innovativeness, alternatives, combined submersible drilling rig

### **Введение**

Основной доход бюджета России формируется благодаря топливно-энергетическому комплексу, который является одной из базовых инфраструктур, отвечающих за экономику страны [1, 2]. Добыча нефтегазовой промышленности в суровых условиях замерзающих морей арктического шельфа России до недавнего времени производилась путем использования самоподъемных плавучих буровых установок, полупогружных плавучих буровых установок и буровых судов, которые могли осуществлять бурение только в безледовый период.

В настоящее время ведутся разработки современных буровых установок по трем основным направлениям:

- проектирование и строительство ледостойких добычных буровых установок гравитационного типа;
- проектирование и строительство ледостойких платформ свайного типа;
- проектирование и строительство полупогружных плавучих буровых установок для осуществления бурения при низких показателях ледовых нагрузок.

Таким образом, из вышеописанного следует вывод, что вопрос о разработке морских ледостойких буровых установок, которые предназначаются для разведочного бурения в суровых условиях Северного Ледовитого океана на континентальном шельфе России до сих пор открыт и требует дальнейшего решения.

Актуальность данного вопроса также подтверждается основными направлениями и задачами «Энергетической стратегии России на период до 2035 г.». Цель данной стратегии заключается в социально-экономическом развитии России, а также в том, чтобы укрепить и сохранить позиции страны в мировой энергетике. Развитие топливно-энергетического комплекса России внесет свой вклад и будет способствовать достижению других секторов экономики страны национальных идей.

При выполнении поисково-разведочных работ необходимо учитывать мобильность буровой установки, то есть ее возможность перемещаться с одной точки бурения на другую с учетом ограничений по транспортировке и плаванию в различных регионах. Чтобы оптимизировать процесс бурения и сократить время на перемещение буровой установки, избежать повреждений оборудования при транспортировке и снизить затраты на перевозку подобный тип буровых установок должен обладать мобильностью.

Учитывая, что разведочное бурение при поставленной задаче должно выполняться в арктических условиях – буровая установка должна выдерживать значительные ледовые нагрузки.

Помимо прочего, немаловажным фактором также является максимально допустимая глубина эксплуатации, т.к. расширенный диапазон глубин дает возможность вести поисково-разведочное бурение на более обширной морской территории, повышая вероятность обнаружения новых потенциальных месторождения для дальнейшей добычи нефти и газа.

Морские ледостойкие стационарные платформы не могут рассматриваться как мобильные. Полупогружные буровые установки и самоподъемные буровые установки,

хоть и обладают мобильностью и возможностью проводить бурение на достаточно больших глубинах, однако не предназначены для использования в суровых арктических условиях.

В настоящее время разработано, а также спроектировано и введено в эксплуатацию определенное количество сооружений, пригодных для проведения работ в Арктике или в месторождениях с практически идентичными условиями. Исследование разработок морских месторождений Арктики актуально в виду дальнейшего определения направлений с наиболее эффективными решениями по проектированию и строительству морских платформ и буровых установок для освоения арктических морей [3–5].

Опыт по освоению месторождений с суровыми арктическими условиями в море Бофорта показал успешность применения буровых платформ с основанием кессонного типа. На данный момент единственной морской ледостойкой стационарной платформой для добычи нефтегазовой промышленности на арктическом шельфе замерзающих морей России является МЛСП «Приразломная» (рис. 1), установленная на одноименном месторождении «Приразломное» в Печорском море на глубине 19 м.



Рис. 1. Платформа «Приразломная»

МЛСП с основанием кессонного типа также успешно эксплуатируются в условиях, сходных с морями Арктики, на Сахалинском шельфе. Платформа «Моликпак» (рис. 2) является первой в России морской производственно-добывающей платформой с ледовым классом. Данная платформа установлена на Астохской площади Пильтун-Астохского месторождения. К основанию платформы добавлено промежуточное стальное основание высотой 15 м, что позволило расширить диапазон глубины эксплуатации для более глубоких вод у острова Сахалин до 30 м.



Рис. 2. Стационарная ледостойкая установка «Моликпак»

Платформа «Беркут» (рис. 3) спроектирована специально для работы в суровых субарктических условиях и может противостоять волнам высотой до 18 м, давлению ледовых полей толщиной до 2 м и температуре до минус 44 °С. На ней впервые в мире применена система сейсмозащиты до 9 баллов. Глубина моря на точке эксплуатации платформы составляет 35 м.



Рис. 3. Платформа «Беркут»

Из опыта в проектировании самоподъемных буровых установок для освоения российского шельфа Арктических морей можно привести такие спроектированные и введенные в эксплуатацию морские сооружения, как:



- СПБУ «Мурманская» (рис. 4), предназначена для проведения разведочного и эксплуатационного бурения нефтегазовых скважин на глубине воды 12-100 м.
- СПБУ «Арктическая» (рис. 5), построена по заказу ООО «Газфлот» по проекту ЦКБ «Коралл» и предназначена для проведения разведочного и эксплуатационного бурения нефтегазовых скважин на глубине воды 7-100 м.

Данные СПБУ могут эксплуатироваться в мелководном льду.



Рис. 4. СПБУ «Мурманская»



Рис. 5. СПБУ «Арктическая»

Для проведения разведочного и эксплуатационного бурения нефтяных и газовых скважин глубиной до 7500 м на глубине воды построены две однотипные ППБУ «Полярная звезда» (рис. Рис.6) и «Северное сияние» (рис. 7). В процессе эксплуатации скважин, расположенных на глубине от поверхности воды до 7500 метра, используется две однотипных ППБУ, которые обеспечивают надежную и эффективную работу буровой установки.

ППБУ оснащены всеми необходимыми системами и оборудованием, которые позволяют проводить бурение скважин для широкого диапазона глубин и при различных внешних условиях.

Платформы предназначены для работы в суровых природно-климатических условиях при наличии битого льда толщиной 0,7 м, высоты волн до 32 м, рассчитаны на температуру до минус 30 °С.

Данные установки являются плавучими самоходными сооружениями катамаранного типа. Они имеют два понтона, шесть стабилизирующих колонн, которые поддерживают верхний корпус четырьмя поперечными диагональными горизонтальными раскоса, а также верхнее строение [3, 6].



Рис. 6. ППБУ «Полярная звезда»



Рис. 7. ППБУ «Северное сияние»

### **Методы исследования**

Анализ различных типов морских ледостойких буровых установок, которые предназначаются для разведочного бурения в суровых арктических условиях, а также подбор наиболее эффективного варианта на основе полученных данных, может быть определен с помощью метода анализа иерархий [7].

Метод анализа иерархий является эффективным инструментом для принятия решений, касающихся сложных проблем, который помогает учесть все факторы и выбрать наилучший вариант. Данный метод позволяет с помощью интерактивного режима найти ту альтернативу, которая лучше всего подходит для решения поставленной проблемы.

Данный метод позволяет структурировать рациональным и понятным образом в иерархичном виде сложную проблему, связанную с принятием решения. Иерархичный вид, в свою очередь, дает возможность сравнения и получения количественной оценки для различных альтернатив.

Принятие решений по методу анализа иерархий начинается с построения структурированной иерархии, включающей в себя цель, критерии и альтернативы [8, 9].

Исследуемый вопрос был сформулирован в виде структурированной иерархии:

1. Цель данного исследования заключается в выборе наиболее эффективной концепции ледостойкой буровой установки для разведочного бурения в арктических условиях;

2. Критерии, по которым будет произведен выбор наиболее эффективной альтернативы:

- К<sub>1</sub> – мобильность;
- К<sub>2</sub> – ледостойкость;
- К<sub>3</sub> – расширенный диапазон глубин;
- К<sub>4</sub> – инновационность.

3. Возможные альтернативы стационарных платформ и различных плавучих установок для бурения в арктических условиях:

- А<sub>1</sub> – Самоподъемная плавучая буровая установка (СПБУ);
- А<sub>2</sub> – Полуогружная плавучая буровая установка (ППБУ);
- А<sub>3</sub> – Морская ледостойкая стационарная платформа (МЛСП);
- А<sub>4</sub> – Комбинированная буровая установка (КОМБУ).

### **Результаты исследования**

Следующим этапом является определение веса для ранее сформулированных критериев выбора путем установки приоритетности каждого критерия относительно других. Для этого была составлена матрица  $a_{ij}$ , представляющая собой отношение критерия  $i$  к критерию  $j$ . При этом

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}; a_{ii} = 1$$

Далее производится нормировка матрицы, для этого необходимо определить сумму элементов каждого столбца:

$$S_j = a_{1j} + a_{2j} + a_{3j} + a_{4j}$$

и разделить все элементы матрицы на сумму элементов соответствующего столбца:

$$A_{ij} = \frac{a_{ij}}{S_j}$$

По полученным значениям производятся расчеты среднего значения для каждого критерия. Полученные результаты образуют столбец, который задает вес каждого



критерия с точки зрения целевой функции. Этот столбец называется весовым столбцом критериев, соответствующих цели.

Полученные результаты веса критериев приведены в таблице 1.

*Таблица 1*

**Вес критериев**

Критерий	Место	Вес в долях	Вес, %
К <sub>2</sub>	1	0,45	45
К <sub>1</sub>	2	0,34	34
К <sub>3</sub>	3	0,17	17
К <sub>4</sub>	4	0,04	4

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что наиболее приоритетным критерием для выполнения нашей цели является ледостойкость (45 %), далее следует мобильность (34 %) и расширенный диапазон глубин (17 %). Приоритетность инновационности оценивается наименьшим весовым коэффициентом (4 %).

Аналогичным образом был произведен расчет весов альтернатив различных типов буровых установок и стационарных платформ. Результаты расчета веса альтернатив в долях представлены в таблице 2.

*Таблица 2*

**Вес альтернатив**

Альтернатива	Ледостойкость	Мобильность	Расширение диапазона глубин	Инновационность
СПБУ	0,05	0,26	0,23	0,13
ППБУ	0,07	0,38	0,60	0,15
МЛСП	0,57	0,04	0,04	0,04
КОМБУ	0,32	0,32	0,13	0,67

Умножая полученную матрицу на столбец, используя правило строка на столбец (матрично), получаем веса альтернатив с точки зрения достижения цели:

0,05	0,26	0,23	0,13	x	0,45	=	0,15
0,07	0,38	0,60	0,15		0,34		0,27
0,57	0,04	0,04	0,04		0,16		0,28
0,32	0,32	0,13	0,67		0,04		0,30

В результате получаем веса альтернатив с точки зрения достижения поставленной цели. Результаты расчета приоритетности альтернатив представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Приоритетность альтернатив**

Критерий	Место	Вес	Вес в процентах
СПБУ	4	0,15	15 %
ПШБУ	3	0,27	27 %
МЛСП	2	0,28	28 %
КОМБУ	1	0,30	30 %

На основании проведенного анализа иерархий среди различных типовых конструкций морских сооружений АО «ЦКБ «Коралл» предлагает концепцию комбинированной буровой установки гравитационного типа [10–12], которая представляет собой сооружение, состоящее из:

- ледостойкой металлической буровой платформы, имеющей коническую наклонную поверхность, благодаря которой уменьшается воздействие ледовых нагрузок;
- кольцевой железобетонной (в связи с тем, что железобетон обладает наибольшей прижимной нагрузкой за счет высокого показателя массы) водоизмещающей подставки, благодаря которой становится возможным расширение диапазона эксплуатационных глубин буровой установки [10].

Общий вид предлагаемой КОМБУ представлен на рис. 8.



Рис. 8. Общий вид комбинированной буровой установки

Прототипом стальной платформы выбрано опорное основание стационарного морского ледостойкого отгрузочного причала (СМЛОП) «Варандей» (рис. 9).

Опорное основание данного отгрузочного причала имеет октагональную форму, способную выдерживать максимально высокую ледовую нагрузку (толщина консолидированного слоя торося 2,9 м).

Конусообразное суженное опорное основание в районе переменной ватерлиний и зоны воздействия льда позволяет обеспечивать равенство волновой и ледовой нагрузок, а также оптимальные весовые показатели. Размер опорного основания

рассчитан таким образом, что при ледовой обстановке образуется канал достаточной ширины, который позволяет безопасно находиться там загружаемому танкеру.

Многолетняя эксплуатация стационарного морского ледостойкого причала подтверждает эффективность применения данного типа основания в сложных ледовых условиях на арктическом шельфе России.



Рис. 9. Общий вид СМЛОП «Варандей»

### **Обсуждение**

Предлагаемый концептуальный проект комбинированной буровой установки является мобильным, что позволяет его легко транспортировать и устанавливать на буровой площадке. Он может быть транспортироваться с точки бурения на другое место на плаву, с помощью буксирного ордера, по отдельности – стальная платформа и железобетонная подставка (опорное основание), благодаря их положительной плавучести и остойчивости.

Габариты буровой установки позволяют самостоятельно вести работы по разведочному бурению на глубинах моря от 8 до 30 м. Железобетонная подставка. Благодаря высоте 30 м, дает возможность увеличения диапазона глубин до 60 м включительно [12].

Производить удифферентовку водоизмещающей железобетонной подставки можно в любом направлении благодаря тому, что данная подставка выполнена в симметричной восьмигранной форме. Для лучших показателей остойчивости операции по погружению и всплытию буровой установки и водоизмещающей подставки следует проводить при небольшом дифференте. В процессе погружения возможность опрокидывания на таких рабочих глубинах, как 20-60м, исключена, т.к. касание дна одной из оконечностей произойдет ранее опрокидывания.

При разработке концептуального проекта были выбраны архитектурно-конструкторские решения, которые позволяют проводить разведочное бурение в арктических условиях с минимальными рисками для буровой установки. Это достигается благодаря мобильности конструкции, которая позволяет осуществлять быструю транспортировку, постановку на новую точку бурения и снятие с нее. Важным преимуществом является возможность быстрого перемещения на новое место, что особенно актуально при выполнении буровых разведочных работ в краткосрочный навигационный период в регионах с суровыми климатическими условиями.

Предлагаемый комбинированный тип буровой установки позволяет значительно увеличить диапазона глубин и расширить сезон бурения в условиях Арктики.

### **Заключение**

В ходе проведения анализа были рассмотрены четыре возможные альтернативные буровые установки, которые могут быть использованы для расширения разведочного сезона бурения в условиях Арктики и последующей круглогодичной эксплуатацией. Результаты проведенного анализа показали, что наиболее эффективной альтернативой относительно выполнения заданной цели является комбинированная буровая установка.

Концептуальный проект комбинированной погружной буровой установки позволяет проводить круглогодичное поисково-разведочное бурение в сложных ледовых условиях Северного Ледовитого океана на шельфе России, что является решением одной из главных задач, к которым стремятся при проектировании подобного рода буровых установок.

### **Список литературы**

1. Энергетическая стратегия России на период до 2035 г. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 09.06.2020 года № 1523-р.
2. Государственная программа Российской Федерации «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2013-2030 годы». Утверждена постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 № 304.
3. Игнатович В.С., Кузьмина А.В., Родькина А.В. Исследования основных характеристик полупогружных плавучих буровых установок на начальных стадиях проектирования // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Морская техника и технология. 2018. № 1 (Февраль). С. 7–15. DOI: 10.24143/2073-1574-2018-1-7-15.
4. Мусабирова А.А. Разработка и исследование применимости новой конструкции ледостойких платформ на мелководном арктическом шельфе: дисс. канд. техн. наук. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2013. 119 с.
5. InnoRig 21C-The super safe jack-up of the future. Offshore Technology International. 2012. URL: <http://www.offshore-publication.com> (дата обращения 20.08.2022).
6. Deutsche Oel & Gas. Drilling of natural gas well KLU A-2 off to a successful start. 2016. URL: <http://www.deutsche-oel-gas.com> (дата обращения 20.08.2022).
7. Саати Т., Вачнадзе Р.Г. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.
8. Орлов А.И. Теория принятия решений: Учебное пособие. М: Изд. «Март», 2004. 656 с.
9. Покусаев М.Н., Панасенко Н.Н., Синельщиков А.В., Яковлев П.В. Техногенные риски освоения шельфа каспийского моря // Учредители: Астраханский государственный технический университет. Вестник Астраханского государственного технического университета. серия: морская техника и технология. ISSN: 2073-1574eISSN: 2225-0352. 2020, № 4. С. 36–52. <https://doi.org/10.24143/2073-1574-2020-4-36-52>
10. Жданев О.В., Фролов К.Н., Коньгин А.Е., Гехаев М.Р. Разведочное бурение на арктическом и дальневосточном шельфе России // Арктика: экология и экономика. 2020. № 3 (39). С. 112–125. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-3-112-125.
11. Иванова О.А., Благовидова И.Л., Родькина А.В. Система критериев для сопоставления и оценки применимости различных типов буровых установок в суровых климатических условиях // Научные проблемы водного транспорта. Выпуск 65. Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2020. С. 37–53. DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi65.126>
12. Амосова Н.В., Благовидова И.Л., Иванова О.А., Иванова Н.С., Пьянов А.В. Концептуальные проектные решения для погружной буровой установки для круглогодичного бурения в арктических условиях // Судостроение. 2021. № 4 (857). С. 24–28. ISSN: 0039-4580. DOI: 10.54068/00394580\_2021\_4\_24

### References

1. Energeticheskaya strategiya Rossii na period do 2035 g. [The Energy Strategy of Russia for the period up to 2035] Utverzhdena rasporyazheniyem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 09.06.2020 goda № 1523-r. (In Russ).
2. Gosudarstvennaya programma Rossiyskoy Federatsii «Razvitiye sudostroyeniya i tekhniki dlya osvoeniya shel'fovyykh mestorozhdeniy na 2013-2030 gody». [State program of the Russian Federation "Development of shipbuilding and equipment for the development of offshore fields for 2013-2030"] Utverzhdena postanovleniyem Pravitel'stva RF ot 15.04.2014 № 304. (In Russ).
3. Ignatovich V.S., Kuz'mina A.V., Rodkina A.V. Issledovaniya osnovnykh kharakteristik polupogruzhnykh plavuchikh burovykh ustanovok na nachal'nykh stadiyakh proyektirovaniya [Studies of the main characteristics of semi-submersible floating drilling rigs at the initial stages of design] Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Morskaya tekhnika i tekhnologiya. 2018. № 1 (Fevral'). S. 7–15. DOI: 10.24143/2073-1574-2018-1-7-15. (In Russ).
4. Musabirova A.A. Razrabotka i issledovaniye primenimosti novoy konstruksii ledostoykikh platform na melkovodnom arkticheskom shel'fe [Development and study of the applicability of a new design of ice-resistant platforms on the shallow Arctic shelf] : diss. kand. tekhn. nauk. M.: RGU nefti i gaza im. I.M. Gubkina, 2013. 119 s. (In Russ).
5. InnoRig 21C-The super safe jack-up of the future. Offshore Technology International. 2012. Available at: <<http://www.offshore-publication.com>> (accessed 20.08.2022).
6. Deutsche Oel & Gas. Drilling of natural gas well KLU A-2 off to a successful start. 2016. Available at: <<http://www.deutsche-oel-gas.com>> (accessed 20.08.2022).
7. Saati T., Vachnadze R.G. Prinyatiye resheniy. Metod analiza iyerarkhiy [Making decisions. Hierarchy Analysis Method]. Moscow, Radio and communications, 1993, 278 p. (In Russ).
8. Orlov A.I. Teoriya prinyatiya resheniy [Decision Theory]: Uchebnoye posobiye. M: Izd. «Mart», 2004. 656 s. (In Russ).
9. Pokusayev M.N., Panasenko N.N., Sinel'shchikov A.V., Yakovlev P.V. Tekhnogennyye riski osvoeniya shel'fa kaspiskogo morya [Technogenic risks of the development of the Caspian Sea shelf] Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. seriya: morskaya tekhnika i tekhnologiya. ISSN: 2073-1574eISSN: 2225-0352. 2020, № 4. S. 36–52. <https://doi.org/10.24143/2073-1574-2020-4-36-52>. (In Russ).
10. Zhdaneyev O.V., Frolov K.N., Konygin A.Ye., Gekhayev M.R. Razvedochnoye bureniye na arkticheskom i dal'nevostochnom shel'fe Rossii [Exploration drilling on the Arctic and Far Eastern shelf of Russia] Arktika: ekologiya i ekonomika. 2020. № 3 (39). S. 112–125. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-3-112-125. (In Russ).
11. Ivanova O.A., Blagovidova I.L., Rodkina A.V. Sistema kriteriyev dlya sopostavleniya i otsenki primenimosti razlichnykh tipov burovykh ustanovok v surovyykh klimaticheskikh usloviyakh [A system of criteria for comparing and evaluating the applicability of various types of drilling rigs in harsh climatic conditions]. Nauchnyye problemy vodnogo transporta, 2020, no. 65, pp. 37-53. (In Russian). DOI: 10.37890/jwt.vi65.126. (In Russ).
12. Amosova N.V., Blagovidova I.L., Ivanova O.A., Ivanova N.S., P'yanov A.V. Kontseptual'nyye proyektnyye resheniya dlya pogruzhnoy burovoy ustanovki dlya kruglogodichnogo bureniya v arkticheskikh usloviyakh [Conceptual design solutions for a submersible drilling rig for year-round drilling in arctic conditions] Sudostroyeniye. 2021. № 4 (857). S. 24–28. ISSN: 0039-4580. DOI: 10.54068/00394580\_2021\_4\_24. (In Russ).

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Хвалимова Александра Андреевна**  
инженер-конструктор АО «ЦКБ «Коралл»,  
299045, г. Севастополь, ул. Репина, 1; студент  
ФГАОУ ВО «Севастопольский  
государственный университет», 299053,  
г. Севастополь, ул. Университетская, 33, e-mail:  
sasahvalimova47246@gmail.com

**Alexandra A. Khvalimova**  
design-engineer of General Engineering and  
Naval Architecture Department 11, General  
Engineering Office 111, «Corall» JSC  
Central Design Bureau, 1, Repina st.,  
Sevastopol; 299045; student Sevastopol  
State University, 33, Universitetskaya st.,  
Sevastopol; 299028



**Крамарь Вадим Александрович**

д-р техн. наук, профессор кафедры  
«Информатика и управление в технических  
системах» ФГАОУ ВО «Севастопольский  
государственный университет», 299053,  
г. Севастополь, ул. Университетская, 33,  
e-mail: vakramar@sevsu.ru

**Vadim A., Kramar**

D.Sc.(Tech.), Professor of the Department of  
Informatics and Control in Technical  
Systems, Sevastopol State University, 33,  
Universitetskaya st., Sevastopol, 299053

**Родькина Анна Владимировна**

канд. техн. наук, доцент кафедры  
«Инновационное судостроение и технологии  
освоения шельфа» ФГАОУ ВО  
«Севастопольский государственный  
университет», 299053, г. Севастополь,  
ул. Университетская, 33,  
e-mail: a.v.rodkina@mail.ru

**Anna V. Rodkina**

Ph.D. in Engineering Science, Assistant  
Professor of the Department of Innovative  
shipbuilding and shelf development  
technologies, Sevastopol State University,  
33, Universitetskaya st., Sevastopol, 299053

**Иванова Ольга Александровна**

канд. техн. наук, доцент кафедры  
«Океанотехника и кораблестроение»  
ФГАОУ ВО «Севастопольский  
государственный университет», 299053,  
г. Севастополь, ул. Университетская, 33,  
e-mail: o.a.ivanova.kmt@mail.ru

**Olga A. Ivanova**

Ph.D. in Engineering Science, Assistant  
Professor of the Department of Ocean  
Technology and Shipbuilding, Sevastopol  
State University, 33, Universitetskaya st.,  
Sevastopol, 299053

Статья поступила в редакцию 22.06.2023; опубликована онлайн 20.09.2023.  
Received 22.06.2023; published online 20.09.2023.