

DOI: 10.24937/2542-2324-2022-1-399-189-196

УДК 629.563

К.Г. Бережной^{1, 2} , С.В. Вербицкий^{1, 2} 

¹ ФГУП «Крыловский государственный научный центр», Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», Санкт-Петербург, Россия

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ФЛОТА МОРСКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЛАТФОРМ В ПЕРИОД 2015–2021 гг.

Объект и цель научной работы. Объектом исследования являются морские нефтегазовые технологические платформы, которые по выполняемым функциям делятся на четыре типа. Цель исследования – проанализировать изменения мирового флота данных сооружений и выявить основные направления их развития.

Материалы и методы. Материалами являются свободные источники информации от операторов морских месторождений, нефтегазовых и нефтесервисных компаний, судостроительных заводов и проектных бюро. Применяемые методы – сбор, анализ и сравнение данных о флоте морских нефтегазовых технологических платформ.

Основные результаты. В статье приведены результаты анализа состава флота плавучих нефтегазовых технологических платформ за период 2015–2021 гг., в условиях снижения мировых цен на нефть и газ. Исследование показывает, что наиболее распространенным типом данных установок являются FPSO – 213 единиц. Флот платформ FPU и FPDSO не претерпел изменений – 99 и 2 соответственно, география их расположения также осталась прежней. Флот FLNG после запуска первых платформ в 2014 г. увеличился до 7 объектов.

Закключение. Платформы FPSO, реализованные в различных архитектурно-конструктивных типах (преимущественно судовой формы корпуса), отличаются мобильностью и многофункциональностью. Последнее качество обеспечивает лучшую рентабельность проекта и отсутствие затрат на строительство трубопровода при обустройстве удаленных месторождений углеводородов. Отметим, что величины глубин моря в точках установки платформ достигли рекордных цифр: для морских технологических платформ они составляют 2900 м, для буровых – 3400 м. В перспективе плавучие платформы могут быть заменены подводными добычными комплексами (ПДК), но массово это может произойти не ранее чем через 30–50 лет.

Ключевые слова: континентальный шельф, флот технологических платформ, плавучие платформы, платформы для добычи нефти, платформы для добычи газа, буровые платформы, FPU, FPSO, FPDSO, FLNG.

Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

DOI: 10.24937/2542-2324-2022-1-399-189-196

UDC 629.563

K. Berezhnoy^{1, 2} , S. Verbitsky^{1, 2} 

¹ Krylov State Research Centre, St. Petersburg, Russia

² St. Petersburg State Marine Technical University, Russia

DEVELOPMENT TRENDS IN MARINE PRODUCTION PLATFORM FLEET IN 2015–2021

Object and purpose of research. This paper discusses marine oil and gas production platforms splitted into four types depending on their purpose. The study was intended to analyse the changes in global production platform fleet and outline the main trends in its development.

Для цитирования: Бережной К.Г., Вербицкий С.В. Тенденции развития флота морских технологических платформ в период 2015–2021 гг. Труды Крыловского государственного научного центра. 2022; 1(399): 189–196.

For citations: Berezhnoy K., Verbitsky S. Development trends in marine production platform fleet in 2015–2021. Transactions of the Krylov State Research Centre. 2022; 1(399): 189–196 (in Russian).

Materials and methods. The study was based on the open-access data available with offshore field developers, oil and gas companies, shipyards and design offices. The methods in this study were acquisition, analysis and comparison of the data about the fleet of marine oil and gas production platforms.

Main results. The paper presents the results of fleet composition analysis for floating oil and gas production platforms over the period of 2015–2021 characterized by the decline in global oil and gas prices. The study shows that the most common type of marine production platforms is FPSO (213 vessels). The strength of FPU and FPDSO fleets remains the same: 99 and 2 vessels respectively. Their geography has not changed either. The fleet of FLNGs has increased up to 7 ships since the commissioning of first FLNGs in 2014.

Conclusion. FPSO platforms of various designs (mostly ship-type) offer high mobility and operational flexibility, i.e. greater project revenues and zero pipeline construction costs in case of remote field developments. It must be noted that water depths at FPSO locations have reached their record highs: 2900 m for production platforms and 3400 m for drilling ones. In future, floating platforms could be replaced by subsea production system but their massive introduction cannot be expected in at least 30–50 years to come.

Keywords: offshore, production platform fleet, floaters, oil production platforms, gas production platforms, drilling rigs, FPU, FPSO, FPDSO, FLNG.

The authors declare no conflicts of interest.

Введение

Introduction

Современные плавучие технологические платформы выполняют широкий спектр задач, связанных с добычей углеводородов на глубоководном шельфе. Анализ мирового флота этих объектов на период до 2015 г. приведен в [1].

В данной статье рассматриваются ключевые тенденции изменения флота с указанной даты по настоящее время. Ввиду снижения цен на углеводороды с 2014 г. и сокращения затрат нефтегазовыми компаниями на развитие новых проектов приоритетными задачами стали повышение операционной эффективности действующих активов, а также поиск возможностей для ввода в эксплуатацию уже открытых месторождений при минимальных капитальных затратах на их реализацию.

Основные тенденции морской нефтегазовой индустрии

Main trends in offshore oil and gas developments

За указанный период сектор морской нефтегазодобычи претерпел значительные технологические изменения. Результатами современного этапа его развития являются следующие примеры реализации уникальных проектов [2]:

- в 2016 г. пробурена разведочная скважина при глубине моря 3400 м (территориальные воды Уругвая, проект Total); с 2013 г. эксплуатация наиболее глубоководного морского месторождения ведется в акватории глубиной 2934 м (Мексиканский залив, проект Shell);
- в 2017 г. на арктическом месторождении Goliat (Норвежское море) начата добыча углеводородов с применением плавучей платформы типа BUOY и подводных добычных комплексов (ПДК);

родов с применением плавучей платформы типа BUOY и подводных добычных комплексов (ПДК);

- стало возможным применение ПДК на значительном удалении от основной береговой инфраструктуры – осуществляется закачка газа с помощью системы «газлифт» на расстоянии 149,7 км от берега. Кроме того, вся цепочка технологических процессов, за исключением хранения углеводородов, может быть реализована в составе системы ПДК, технические решения широко распространились на практике;
- реализуются проекты малых «безлюдных» платформ, блок-кондукторов, функционирующих без постоянного присутствия персонала, при этом управление процессами происходит удаленно, а обслуживание технологического оборудования осуществляется на периодической основе.

Флот морских технологических платформ в период 2015–2021 гг.

Fleet of offshore production platforms in 2015–2021

Технологические платформы по выполняемым функциям можно разделить на следующие типы [1]:

1. Floating Production Unit (FPU) – выполнят функции добычи, первичной переработки сырья и отгрузки полученных продуктов по трубопроводу на берег либо в расположенное рядом плавучее хранилище;
2. Floating Production Storage and Offloading (FPSO) – имеют оборудование для перера-

- ботки нефти, резервуары внутри корпуса для ее хранения и осуществляют периодическую отгрузку добытых углеводородов на челночный танкер;
3. Floating Production Drilling Storage and Offloading (FPDSO) – выполняют функции платформ FPSO, а также имеют буровое оборудование для строительства эксплуатационных скважин на месторождении;
 4. Floating Liquefied Natural Gas (FLNG) – во многом схожи с платформами FPSO, но основным добываемым продуктом является природный газ, т.е. имеют оборудование для добычи, очистки, сжижения, хранения в корпусе и отгрузки СПГ на челночные газозовы.
- Платформы с близкими функциональными возможностями могут иметь разные архитектурно-конструктивные типы, что объясняется отличиями между внешними условиями на месторождениях, составом добываемого продукта и удаленностью от берега (табл. 1). Платформы по архитектурно-конструктивному типу делятся на:
- судовые с турельной системой удержания (рис. 1, см. вклейку);
 - многокорпусные – полупогружные платформы с распределенной якорной системой удержания (Semi Submersible) (рис. 2, см. вклейку) или системой удержания на натяжных связях (TLP) (рис. 3, см. вклейку);
 - цилиндрические – имеющие форму прямого цилиндра, с диаметром значительно меньше высоты корпуса (SPAR) (рис. 4, см. вклейку) или приблизительно равным высоте корпуса (BUOY) (рис. 5, см. вклейку), а также на натяжных связях с минимальным набором эксплуатационного оборудования (mini-TLP) (рис. 6).

Таблица 1. Архитектурно-конструктивные типы и функциональные возможности технологических платформ^{*}
Table 1. Architectural types and functionalities of marine production platforms^{*}

Тип		Количество объектов, ед.							Выполняемые функции	
		2015 [1]	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Судовая	Турельное судно	160	165	204	210	210	208	207	FPSO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ добыча ▪ переработка ▪ хранение ▪ отгрузка
		2	2	2	2	2	2	2	FPDSO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ добыча ▪ бурение ▪ переработка ▪ хранение ▪ отгрузка
		1(3)	3(2)	4(1)	5(2)	5(2)	5(2)	6(1)	FLNG	<ul style="list-style-type: none"> ▪ добыча ▪ сжижение природного газа ▪ хранение ▪ отгрузка
Цилиндрическая	BUOY	4(1)	4(1)	5	5	5	5(1)	5(1)	FPSO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ добыча ▪ переработка ▪ хранение ▪ отгрузка
	SPAR	(1)	(1)	(1)	1	1	1	1		
			24	24	24	24	24	24	24	FPU
Mini-TLP	5	5	5	5	5	5	5	FPU		
Многокорпусная	TLP	20	20	20	20	20	20	20	FPU	
	Semi Submersible	50	50	50	50	50	50	50	FPU	

^{*} В скобках – количество платформ в постройке.



Рис. 6. Эксплуатация цилиндрической платформы FPU с системой удержания на натяжных связях с минимальным набором оборудования (mini-TLP)

Fig. 6. Operation of cylindrical FPU with tension-leg mooring system and minimum scope of equipment (mini-TLP)

Анализируя состав мирового флота технологических платформ (табл. 1), можно заключить, что наиболее распространенным типом являются, по-прежнему, FPSO. Это можно объяснить их многофункциональностью и мобильностью. Установки FPU создаются по принципу «платформа для конкретного месторождения» на весь период эксплуатации (30–50 лет).

Значительное увеличение количества платформ FPSO в 2017 г. объясняется тем, что завершались контракты на их постройку, заключенные до 2014 г. (средний срок строительства составляет 3–4 года). В дальнейшем на судостроительном



Рис. 9. Структура стоимости сложной морской техники

Fig. 9. Structure of costs for complex marine technology

рынке в этом сегменте наступило «затишье» – разработка некоторых проектов была приостановлена либо перенесена, новые платформы FPSO, а также FPU для строительства не заказывались. Кроме того, спрос на аренду FPSO снизился, что привело к простоям некоторых из них по причине неустраиваемости на месторождениях и выводу из эксплуатации.

Изменения в распределении платформ FPSO (всех архитектурно-конструктивных типов) по регионам эксплуатации приведено в [3, табл. 2]. Характеристики флота платформ приведены в [4, табл. 3].

Важно отметить тенденцию увеличения глубин эксплуатации морских платформ FPSO за весь период их работы. На рис. 7 (см. вклейку) приведен график увеличения глубин эксплуатации в периоды 1986–2015 гг., 2015–2021 гг., а также прогноз с учетом заключенных контрактов на строительство и эксплуатацию платформ до 2026 г. Также имеется тенденция увеличения суточной производительности по добыче нефти (т/сут.) за аналогичные периоды (рис. 8, см. вклейку).

Одним из очевидных выводов по рис. 8 является то, что добыча углеводородов на морских платформах непрерывно возрастает. Рост производительности приводит к увеличению массы верхнего строения и общих габаритов корпуса платформы.

Технологические платформы композиционно можно разделить на корпус, предназначенный для обеспечения плавучести, мореходных качеств, вместимости помещений для переменных грузов и размещения верхнего строения, и непосредственно верхнее строение – конструкции и оборудование, обеспечивающие функционирование установки по назначению [5].

Тенденции роста суточной производительности по нефти морских платформ FPSO очевидно связаны с желанием компаний-операторов сократить удельные затраты на стоимость добытой тонны нефти. Вместе с тем увеличение габаритных размеров платформ и массы верхнего строения напрямую влияют на рост общих капитальных затрат при строительстве добычных платформ. Для таких сложных объектов стоимость верхнего строения составляет до 80 % от общих затрат на строительство (рис. 9).

В развитии платформ FPSO можно выделить три периода, для которых характерны близкие показатели массы, технологий обработки пластовой продукции и производительности верхнего строения.

У «первого поколения» FPSO масса верхнего строения – не более 5 тыс. т, малый состав оборудования с небольшой плотностью размещения на главной палубе. Основные функции – обеспечение сепарации нефти и утилизация попутного нефтяного газа. Производительность по нефти варьировалась от 0,75 до 20 тыс. т/сут. Мощность энергетической установки не превышала 20 МВт.

Приблизительно с 1999 г. им на смену пришло «второе поколение» платформ, которое пре-

имущественно и представляет сегодняшний флот FPSO. Масса верхнего строения у них – от 5 до 10 тыс. т. Мощность энергетической установки – от 50 до 100 МВт. Производительность по нефти – до 40 тыс. т/сут. Оборудование верхнего строения обеспечивает нефтедобычу, переработку попутного газа и закачивание воды обратно в пласт.

Строящиеся после 2015 г. FPSO относятся к «третьему поколению». Они характеризуются

Таблица 2. Регионы эксплуатации FPSO с учетом изменений в период 2015–2021 гг.

Table 2. FPSO operation areas considering the changes over years 2015–2021

№ п/п	Государство, на шельфе которого эксплуатируется FPSO	Количество						
		2015 [1]	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	Бразилия	37	43	54	56	58	60	60
2	Великобритания	15	16	21	20	18	17	17
3	КНР	14	14	16	16	16	17	17
4	Ангола	13	13	16	16	16	16	16
5	Нигерия	13	14	15	15	15	16	16
6	Норвегия	9	9	9	10	10	11	11
7	Индонезия	6	6	9	8	9	10	10
8	Малайзия	5	5	10	13	11	9	8
9	Австралия	11	10	14	11	11	9	8
10	Вьетнам	8	8	9	9	9	8	8
11	Индия	3	3	3	3	4	5	5
12	Экваториальная Гвинея	4	4	4	4	4	4	4
13	Мексика	4	4	5	5	5	4	4
14	Гана	1	2	3	3	3	3	3
15	США (Мексиканский залив)	1	2	2	2	2	2	2
16	Кот-д'Ивуар	2	2	2	2	2	2	2
17	Габон	2	2	2	4	3	2	2
18	Канада	2	2	2	2	2	2	2
19	Бруней	–	–	–	–	–	1	2
20	Сенегал	–	–	–	–	1	2	2
21	Конго	2	1	2	3	2	–	–
22	Новая Зеландия	2	2	2	2	2	1	–
23	Таиланд	2	2	2	2	1	1	1
24	Республика Гайана	–	–	1	2	2	1	–
25	Прочие государства, в которых эксплуатируется 1 платформа	8	5	6	8	7	7	7
26	Невостребованные (простаивающие) платформы	–	–	1	3	8	7	6
Итого		164	169	209	216	216	214	213

увеличением производительности и большим уровнем сложности оборудования и технологий переработки углеводородов, а также увеличением глубин эксплуатации. Добыча нефти на платформах принципиально уже не возрастает, но увеличивает-

ся степень ее переработки. Мощность энергетической установки – до 200 МВт. Масса верхнего строения – от 23 до 35 тыс. т, число модулей верхнего строения достигает 20–30 ед., применяются передовые технологии переработки попутного газа.

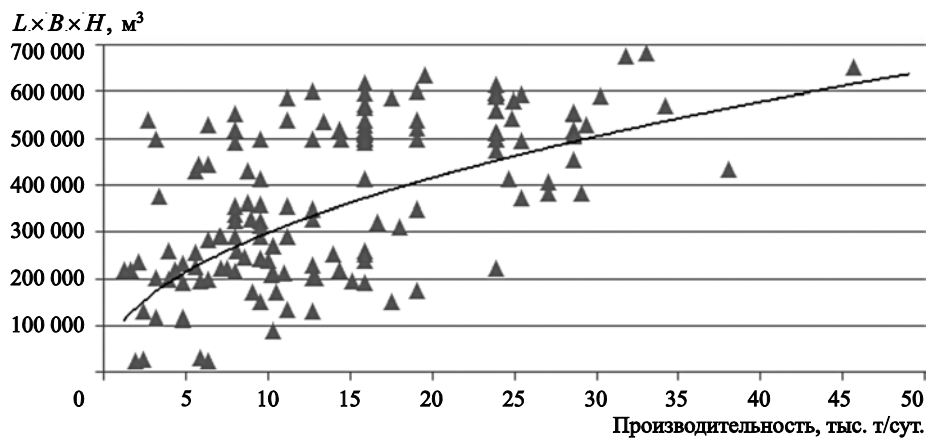


Рис. 10. Зависимость габаритов корпуса от суточной производительности по нефти

Fig. 10. Hull size versus daily oil output

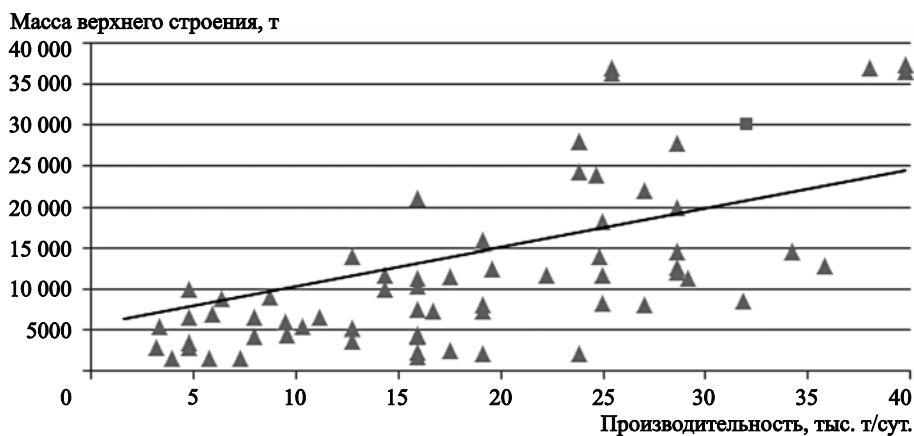


Рис. 11. Зависимость массы верхнего строения от суточной производительности по нефти

Fig. 11. Topside weight versus daily oil output

Таблица 3. Характеристики платформ FLNG
Table 3. Parameters of FLNG platforms

Характеристика	Разм.	Tango (бывш. Caribbean)	Satu	Prelude	Hilli Elipseyo	Fortuna	Dua	Coral sul (строится)
Длина	м	144	365	488	293,4	357	393	432
Ширина	м	32	60	74	62	60	64	66
Высота борта	м	20	33	50	–	–	–	–
Осадка	м	5,4	–	–	9,1	–	13,2	11,2
Дедвейт	тыс. т.	–	85	600	73	–	185	–
Хранилище	тыс. м³	Тип С	Мембранные танки		Тип Moss	Мембранные танки		
LNG		16,1	200	220	230	230	–	–
LPG		–	–	126	–	–	–	–
Конденсат		–	–	90	–	–	–	–

Характеристиками габаритных размеров корпуса может служить его кубический модуль – произведение длины, ширины и высоты корпуса судна ($L \times B \times H$) (рис. 10) и масса верхнего строения (рис. 11).

Данные рис. 10–11 иллюстрируют увеличение габаритов морских технологических платформ с ростом их производительности. В настоящее время самым большим судном в мире является платформа FLNG Prelude размерами в плане 488×74 м. В то же время рост габаритов имеет конечный размер, который определяется построением местом, осадками и габаритами каналов и проливов, а также экономической целесообразностью, соотношенной с грузоподъемностью челночных танкеров (Panamax, Aframax, Suezmax, Malaccamax или Capesize), на которые осуществляется отгрузка добытой нефти. При вместимости хранилища, несколько превышающей вместимость челночного танкера (рис. 12, см. вклейку), отгрузка осуществляется, как правило, каждые 5–7 дней. Запас вместимости хранилища принимается с учетом возможных задержек танкера по погодным или иным причинам.

Флот платформ FPU и FPDSO не претерпел изменений за указанный период, география расположения платформ осталась прежней, как было указано в [1]. Флот платформ FLNG после запуска первых платформ в 2014 г. увеличился до 7 объектов (табл. 3) [3, 6].

Заключение

Conclusion

Наиболее распространенным типом морских плавучих нефтегазовых платформ являются платформы типа FPSO, реализованные в различных архитектурно-конструктивных типах (преимущественно с судовой формой корпуса). Многофункциональность платформ FPSO обеспечивает лучшую рентабельность проекта и отсутствие затрат на строительство трубопровода при обустройстве удаленных месторождений, что особенно важно в период низких цен на углеводороды. Это позволяет добывать нефть и газ на удаленных от берега месторождениях.

Также можно отметить, что с развитием технологий в области систем удержания отмечается рост глубин моря в точках установки платформ: в настоящее время рекорд по глубине установки технологических платформ составляет 2900 м, платформ для разведочного бурения – 3400 м.

Развитие технологий добычи с применением ПДК, все более удаляемых от берега, предопределяет

возможность замены плавучих платформ полностью подводными установками. Однако с учетом существующих тенденций и уже эксплуатирующегося флота массово это может произойти не ранее чем через 30–50 лет.

С выработкой прибрежных месторождений геологоразведочные и технологические работы будут перемещаться на акватории открытого океана, добыча углеводородов на которых не является исключительным правом какого-либо из государств.

Увеличение глубин эксплуатации и все возрастающая удаленность морских промыслов от берега в дальнейшем может привести к пересмотру положений, закрепленных в международной Конвенции ООН по морскому праву от 1982 г., не регулирующей ряд аспектов деятельности в районах открытого моря. В то же время уже сейчас ряд стран ведут борьбу за арктический шельф. Наиболее активными участниками этого противостояния являются, с одной стороны, Канада и США, с другой – Российская Федерация. Указанные государства организуют арктические экспедиции, чтобы доказать свои права на большую, чем 200-мильную зону арктического шельфа.

Список использованной литературы

1. *Бережной К.Г., Вербицкий С.В.* Типы морских технологических платформ: их преимущества и недостатки // *Морские интеллектуальные технологии.* 2015. № 3. Т. 2. С. 33–47.
2. *Пономарев А.С., Поздняков А.С.* Современные тренды развития мирового сектора морской добычи углеводородов // *Территория нефтегаз.* 2018. № 11. С. 40–50.
3. Offshore : site. [Nashville], 2022. URL: www.offshore-mag.com (accessed: 22.11.2021).
4. *Боггс Д.* Сокращение не ожидается на рынке плавучих комплексов для добычи и хранения продукции // *Offshore Russia.* 2015. № 4. С. 76–80.
5. ГОСТ Р 54483-2011 (ИСО 19900:2002). Нефтяная и газовая промышленность. Платформы морские для нефтегазодобычи. Общие требования. Москва : Стандартинформ, 2012. IV. 23 с.
6. *Songhurst B.* Floating Liquefaction (FLNG): Potential for Wider Deployment. Oxford : Oxford Institute for Energy Studies, 2016. VI, 31 p. (OIES paper; NG 107).

References

1. *K. Berezhnoy, S. Verbitsky.* Types of offshore floating technology platforms: advantages and disadvantages // *Marine Intellectual Technologies,* 2015, No. 3, Vol. 2, pp. 33–47 (*in Russian*).

2. *A. Ponomarev, A. Pozdnyakov. Global Trends of the Offshore Oil and Gas Production Industry Transformation // Oil and Gas Territory*, 2018, No. 11, pp. 40–50 (in Russian).
3. Offshore : site. [Nashville], 2022. URL: www.offshore-mag.com (accessed: 22.11.2021).
4. *D. Boggs. FPSO market shrinkage unlikely // Offshore Russia*, 2015, No. 4, pp. 76–80 (in Russian).
5. GOST R 54483-2011 – ISO 19900:2002 Petroleum and natural gas industries – General requirements for offshore structures (Russian translation). Moscow, Standartinform, 2011.
6. *Songhurst B. Floating Liquefaction (FLNG): Potential for Wider Deployment*. Oxford : Oxford Institute for Energy Studies, 2016. VI, 31 p. (OIES paper; NG 107).

Сведения об авторах

Вербицкий Сергей Владимирович, заведующий кафедрой ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», начальник отдела ФГУП «Крыловский государственный научный центр». Адрес: 196158, Россия, Санкт-Петербург, Мос-

ковское шоссе, д. 44. Тел.: +7 (812) 415-49-93. E-mail: s_offshore@ksrc.ru. <https://orcid.org/0000-0003-1915-132X>.
Бережной Константин Геннадьевич, старший преподаватель ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», заместитель начальника отдела ФГУП «Крыловский государственный научный центр». Адрес: 196158, Россия, Санкт-Петербург, Московское шоссе, д. 44. Тел.: +7 (812) 415-49-93. E-mail: s_offshore@ksrc.ru. <https://orcid.org/0000-0001-6200-4988>.

About the authors

Sergey V. Verbitsky, Cand. of Tech., Sc., Head of Department at St. Petersburg State Marine Technical University, Head of Department and Lead Designer at Krylov State Research Centre. Address: 44, Moskovskoye sh., St. Petersburg, Russia, post code 196158. Tel.: +7 (812) 415-49-93. E-mail: orlan@krylov.sp.ru. <https://orcid.org/0000-0003-1915-132X>.
Konstantin G. Berezhnoy, Senior Lecturer at St. Petersburg State Marine Technical University, Deputy Head of Department at Krylov State Research Centre. Address: 44, Moskovskoye sh., St. Petersburg, Russia, post code 196158. Tel.: +7 (812) 415-49-93. E-mail: s_offshore@ksrc.ru. <https://orcid.org/0000-0001-6200-4988>.

Поступила / Received: 07.12.21
Принята в печать / Accepted: 11.03.22
© Бережной К.Г., Вербицкий С.В., 2022

Рис. 1. Эксплуатация платформы FPSO судового типа с турельной системой удержания

Fig. 1. Operation of ship-type FPSO with turret mooring system



Рис. 2. Эксплуатация полупогружной платформы FPSU с распределенной якорной системой удержания

Fig. 2. Operation of semi-submersible FPSU with distributed anchor mooring system



Рис. 3. Эксплуатация полупогружной платформы FPSU с системой удержания на натяжных связях (TLP)

Fig. 3. Operation of semi-submersible FPSU with tension-leg mooring system (TLP)

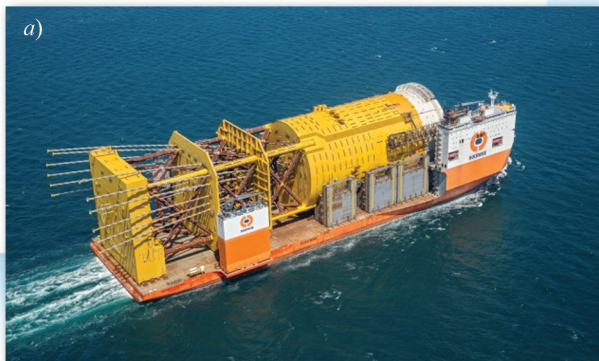


Рис. 4. Транспортировка (a) и эксплуатация (b) платформы FPSO Aasta Hansteen типа SPAR

Fig. 4. Transit (a) and operation (b) of Aasta Hansteen SPAR-type FPSO



Рис. 5. Транспортировка (a) и эксплуатация (b) платформы Goliat типа BUOY

Fig. 5. Transit (a) and operation (b) of Goliat BUOY platform

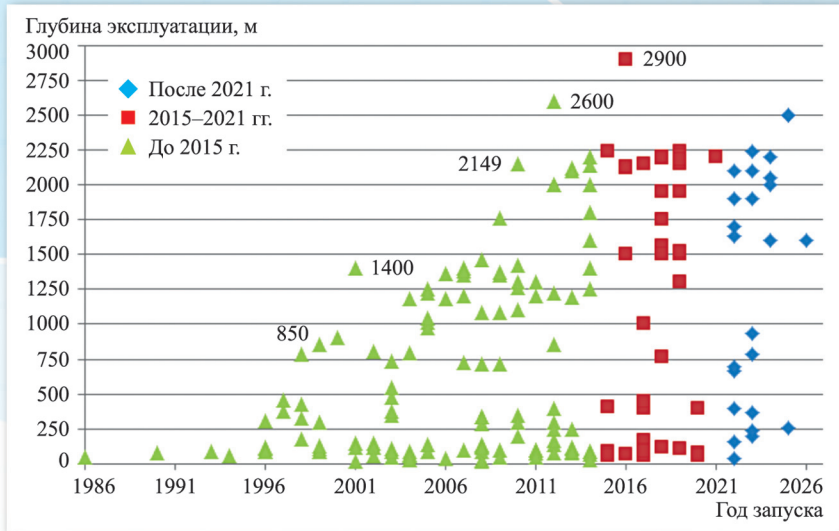


Рис. 7. Тенденция увеличения глубин эксплуатации платформ FPSO
Fig. 7. Trend towards greater FPSO operation depths

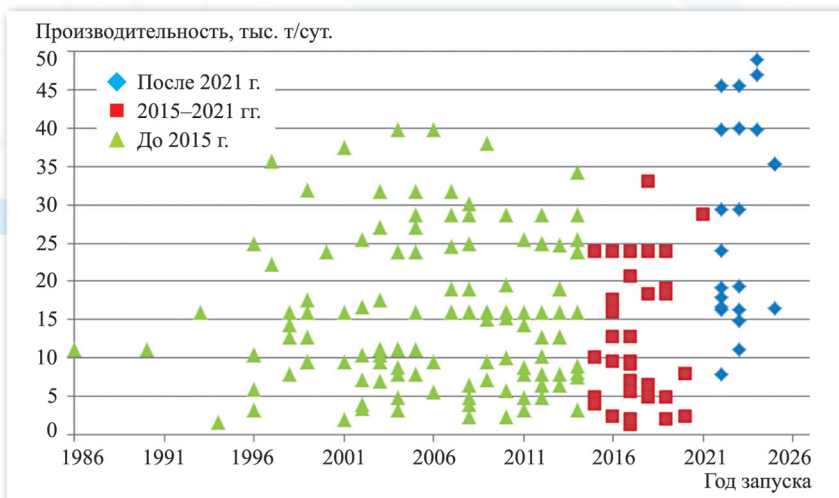


Рис. 8. Тенденция увеличения суточной производительности платформ FPSO
Fig. 8. Trend towards greater FPSO daily output

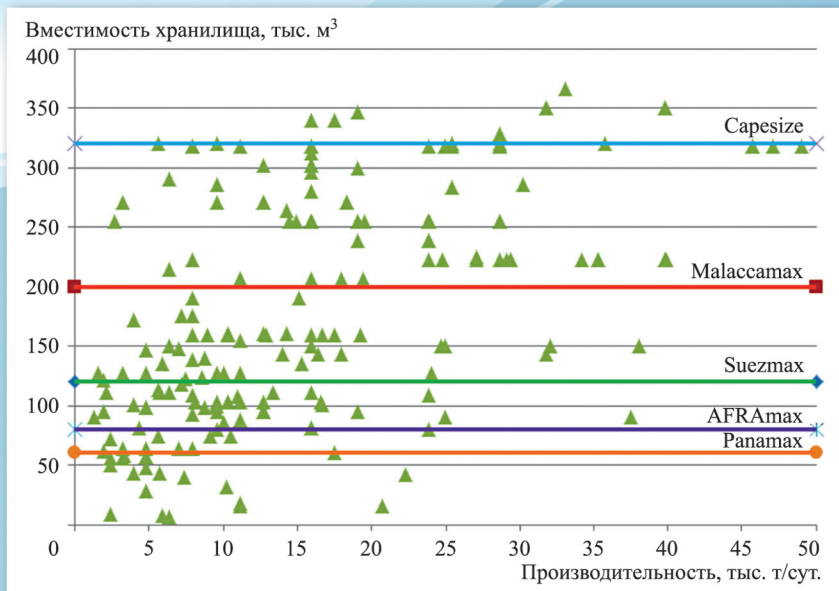


Рис. 12. Зависимость вместимости хранилища от суточной производительности по нефти
Fig. 12. Storage capacity versus daily oil output