

ВОЗМОЖНОСТИ СУДОСТРОЕНИЯ В СОЗДАНИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

В. С. Никитин, Ю. А. Симонов, В. Н. Половинкин

ФГУП Крыловский государственный научный центр (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

В. А. Волков, А. П. Илюшкин

ОАО ЦКБ «Монолит» (Городец Нижегородской области, Российская Федерация)

В. В. Рыжков

ЗАО «Атомэнерго» (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Исследованы возможности отечественного судостроения на пути создания инновационной инфраструктуры в арктическом регионе. Показаны перспективные направления строительства универсальных плавучих станций электро- и теплоснабжения с различными энергетическими установками, показаны примеры реализуемых решений при их создании, отмечены достоинства и недостатки. Представлены образцы других перспективных элементов арктической инфраструктуры, в том числе плавучих заводов по переработке углеводородного сырья.

Ключевые слова: жизнедеятельность в Арктике, инфраструктура, северный завоз, плавучие газотурбинные электростанции, плавучая атомная электростанция, плавучие причалы, общежития, госпитали, казармы, заводы по сжижению природного газа.

Статья поступила в редакцию 11 июля 2016 г.

Любые виды жизнедеятельности в Арктике прежде всего требуют создания определенной инфраструктуры того или иного объема, состава и предназначения. Состав необходимой инфраструктуры зависит от возникающих в Арктике задач. В одних случаях это интересы обороны и национальной безопасности, в других — задачи ликвидации чрезвычайных ситуаций, в третьих — интересы гидрометеорологической службы или добывающей промышленности. В состав такой инфраструктуры могут входить как общие для всех потребностей типы объектов: энергетические и жилые комплексы, обслуживающие объекты (медицинские учреждения, магазины, школы, детские сады), так и вспомогательные и специальные объекты (склады, мастерские и т. п.).

Сегодня как никогда ранее необходимо внедрение в Арктике новых инновационных технологий, позволяющих возводить объекты береговой инфраструктуры различного предназначения в короткие сроки при минимизации издержек, связанных с капитальным строительством. Необходимо внедрять в практику проведения работ на акваториях современные средства для транспортировки, размещения

и эксплуатации техники и оборудования для строительства и ремонта гидротехнических сооружений и мостов, обследовательских, подводно-технических и дноуглубительных работ.

Как показывает многолетний опыт, при создании инфраструктуры в Арктике, размещаемой в основном на побережье материка или на островах, приходится решать следующие основные проблемы. Все необходимые для строительства и жизнеобеспечения материалы приходится доставлять (морским, речным, воздушным транспортом) на необорудованный берег либо предварительно построить причалы. При этом объемы северного завоза весьма внушительны и имеют динамическую тенденцию к росту. Северный завоз представляет собой комплекс ежегодных государственных мероприятий по обеспечению территорий Крайнего Севера Сибири, Дальнего Востока и европейской части России основными жизненно важными товарами (прежде всего продовольствием и нефтепродуктами) в преддверии зимнего сезона. Например, только плановые объемы завоза грузов в Республику Саха (Якутия) в навигацию 2016 г.

для нужд жизнеобеспечения составили 1382,5 тыс. т, в том числе из Усть-Кута — 809,2 тыс. т, Северным морским путем — 36,8 тыс. т, внутри республики — 536,6 тыс. т. В соответствии с контрактом в поселения Ненецкого автономного округа должны быть доставлены 9330 т дизельного топлива, почти 122 т автомобильного бензина марки «Регуляр-92», свыше 105 т дизельных масел и смазок. Срок поставки определен до 1 сентября 2016 г.

Завоз грузов на побережье, как правило, осуществляется во время короткой летней навигации, длящейся два-три месяца. Во время зимней навигации завоз грузов возможен только морским транспортом с использованием специальных судов ледового класса и в сопровождении ледоколов, что значительно удорожает доставку.

Завоз строительных грузов, объем которых в 2016 г. увеличился на 74%, как правило, затягивается на несколько лет и оказывается весьма затратным. Далее наступает начальный этап строительства (нулевой цикл), который может вестись фактически только в летнее время, когда строительные площадки освобождаются от снежного и ледового покрова. Хотя следующие этапы строительства и могут вестись круглогодично, но большую часть года сопровождаются крайне неблагоприятными условиями: чрезвычайно низкими температурами воздуха, обильным снежным покровом, частыми метелями, полярной ночью. Таким образом, сроки строительства значительно увеличиваются, растягиваясь на многие годы.

Вместе с тем имеется другой, гораздо более эффективный путь создания объектов инфраструктуры в подобных районах, уже проверенный на практике. Еще в советское время, понимая, что в осваиваемых районах потребуется прежде всего электроэнергия, на судостроительных заводах и других производствах



Рис. 1. Плавучая электростанция «Северное сияние-1» проекта 1527

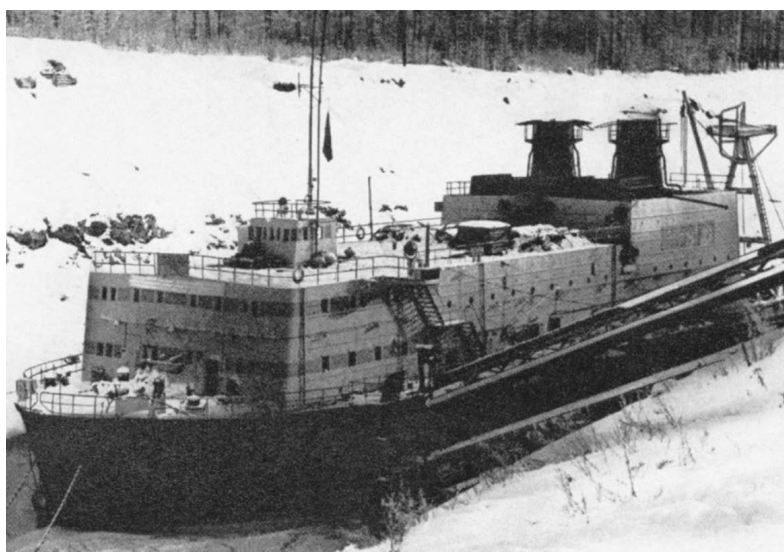


Рис. 2. Плавучая электростанция «Северное сияние-3»

в европейской части России построили первые плавучие газотурбинные электростанции типа «Северное сияние» (рис. 1 и 2).

Плавучая генераторная электростанция (ПЛЭС) «Северное сияние» — серия советских передвижных тепловых электростанций проекта 1527, установленных на буксируемых плавучих средствах для обеспечения электрической и тепловой энергией в виде пара или горячей воды промышленных труднодоступных районов севера и востока СССР. ПЛЭС доставлялась к месту базирования по водным путям, что позволяло обеспечить их быстрое подключение к потребителям.

Разработчиком совершенно нового для СССР проекта ПЛЭС стало КБ НПП «Машпроект». Проект возглавил главный конструктор П. И. Цыганков. В 1969 г. под руководством Н. К. Кухто на Тюменском судостроительном заводе была спущена первая плавающая генераторная электростанция на основе газотурбинной силовой установки, состоявшей из двух газотурбогенераторов ГТГ-1 по 10 000 кВт общей мощностью 20 МВт.

Всего было построено шесть ПЛЭС типа «Северное сияние». Последняя из них, «Северное сияние-6», была построена в 1983 г. На ПЛЭС «Северное сияние» типов 1, 2 и 3 устанавливались два газотурбинных двигателя ГТГ-1 по 10 000 кВт. На все последующие устанавливались двигатели по 12 000 кВт.

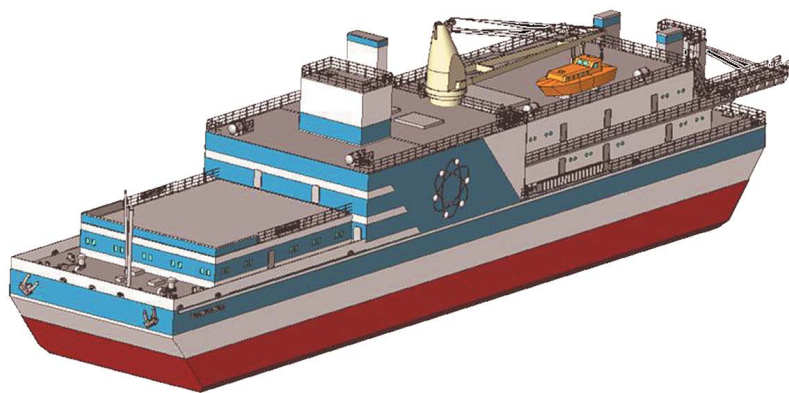


Рис. 3. Проект ПАТЭС «Волнолом-3»



Рис. 4. Плавучая атомная электростанция «Академик Ломоносов»



Рис. 5. Корпус реактора ПАТЭС «Академик Ломоносов» в цехе предприятия

Идея строительства плавучей атомной электростанции (ПАТЭС) родилась в недрах военно-промышленного комплекса. Основное ее назначение — энергообеспечение специальных объектов Министерства обороны (полигон испытаний ядерного оружия, военные базы). Советское военное ведомство в начале 1980-х годов заказало проект плавучей АЭС «Волнолом-3». В 1993 г. на Балтийском заводе были начаты работы по ее строительству. Головную станцию мощностью 12 МВт с реакторной установкой (РУ) АБВ-6 планировалось разместить на полигоне Минобороны на Новой Земле. Однако из-за отсутствия финансирования работы были прекращены на начальной стадии.

Существенным развитием этой исключительно позитивной идеи является строящаяся в настоящее время на Балтийском судостроительном заводе плавучая атомная электростанция «Академик Ломоносов» (рис. 4), которая по плану должна быть установлена в порту Певек. Это мобильная атомная теплоэлектростанция электрической мощностью более 70 МВт, включающая две РУ КЛТ-40С (рис. 5), выполненные на базе надежной ледокольной реакторной установки, работающей на действующих атомных ледоколах и лихтеровозе «Севморпуть», отечественный опыт эксплуатации которых превышает 7000 реакторо-лет. Генеральным проектировщиком ПАТЭС является ЗАО «Атомэнерго», генеральным проектантом плавучего энергоблока (ПЭБ) — ОАО «ЦНБ «Айсберг»».

Плавучая атомная теплоэлектростанция состоит из плавучего энергоблока, гидротехнических сооружений и береговой инфраструктуры. Основным ее звеном является ПЭБ, на котором сосредоточено все необходимое оборудование (реакторы, турбогенераторы и другие элементы) для выработки электрической и тепловой энергии из ядерного топлива, а также производятся все

операции по обращению с ядерным топливом и радиоактивными отходами. Таким образом, выполняется концепция «зеленой лужайки», при которой береговая площадка в процессе эксплуатации ПАТЭС свободна от радиоактивных загрязнений и полностью исключает остаточное воздействие на окружающую среду.

В июле 2016 г. на ООО «Балтийский завод — Судостроение» начались швартовые испытания ПАТЭС. Плановый срок окончания швартовых испытаний — 30 октября 2017 г. (рис. 6 и 7).

Готовность энергоблока к транспортировке должна быть достигнута к концу 2017 г. Загружать топливо в ПАТЭС «Академик Ломоносов» начнут в 2017 г. Полностью объект планируют сдать до 2019 г., после чего ПАТЭС отбуксируют в порт Певек на Чукотке для замены выработавшей ресурс Билибинской АЭС. Следует отметить, что первый караван судов с грузом для строительства плавучей атомной станции Певек принял 21 сентября 2016 г.

К 2021 г. планируется вывод установки на полную мощность. Успешная реализация этого проекта позволит обкатать технологию создания компактных атомных энергоблоков «конвейерной



Рис. 6. Первая плавучая атомная электростанция «Академик Ломоносов»

сборки» для различных целей от выработки электричества до опреснения воды и вдвое снизить ее стоимость. Впоследствии планируется поставить производство универсальных ПАТЭС на поток.

Главные размерения ПАТЭС «Академик Ломоносов»:

- наибольшая длина — 91,6 м;
- длина по КВЛ — 86,4 м;
- наибольшая ширина — 26,0 м;
- высота борта до ВП — 8,2 м;
- наибольшая эксплуатационная осадка в пресной воде с учетом обледенения — примерно 3,6 м;
- водоизмещение:
 - в пресной воде — примерно 7880 т;
 - в морской воде — примерно 8080 т.

В 2014 г. ЗАО «Атомэнерго» при участии Крыловского государственного научного центра был выполнен сокращенный технический проект

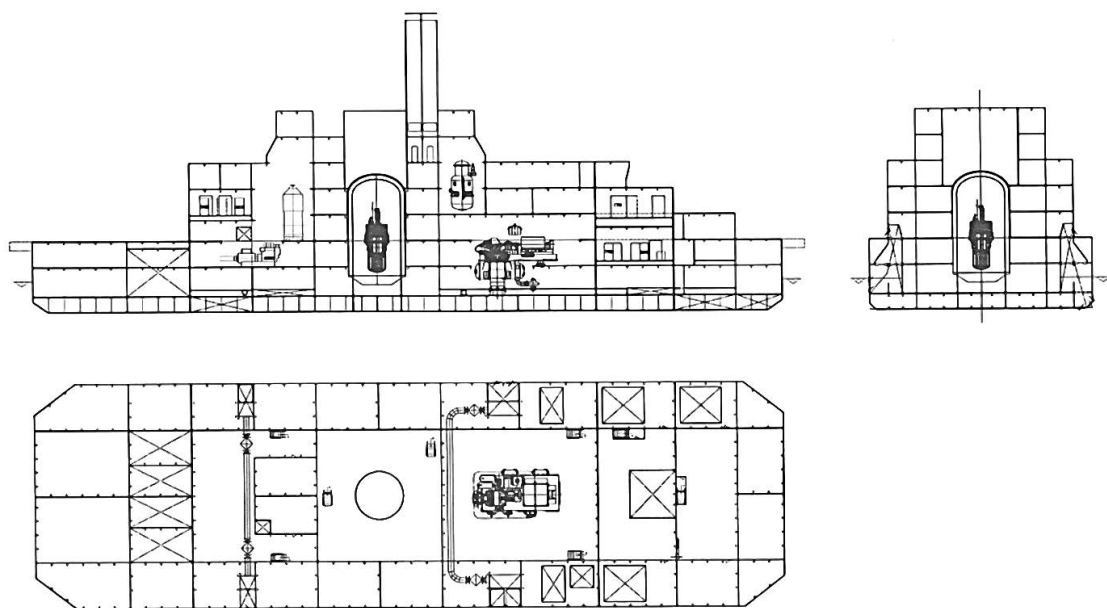
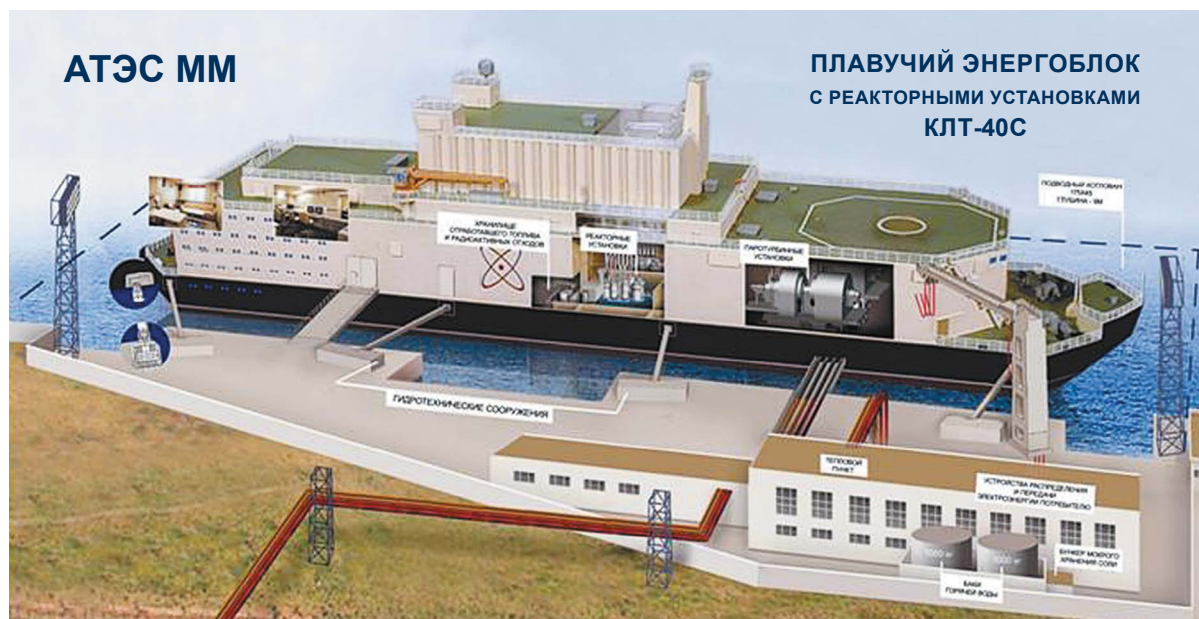


Рис. 7. Общий вид ПАТЭС «Академик Ломоносов»



Длина, м	140,0
Ширина, м	30,0
Высота борта, м	10,0
Осадка, м	5,6
Водоизмещение, т	21 000
Установленная мощность	
• электрическая, мВт	70 / 38
• тепловая, гкал/ч	50 / 146,8
Стоимость, млрд руб.	9-10
Срок строительства	4 года
Отпуск продукции	
• э/энергии, млн кВт·ч/г	455
• тепла, тыс. гкал/г	900

Рис. 8. Проект ПАТЭС с РУ типа КЛТ-40С

АТЭС ММ на основе реакторной установки АБВ-6Э, разработанной АО «ОКБМ Африкантов». Эта станция предназначена для генерации 6 МВт электрической и 12 Гкал/ч тепловой энергии для нужд населенных пунктов (ее общий вид представлен на рис. 8). Разработаны два варианта исполнения: плавучая атомная электростанция (АЭС) и транспортабельная АЭС в блочном исполнении для размещения на береговой площадке.

Каждый из вариантов имеет свою сферу оптимального применения. ПАТЭС на базе плавучего энергоблока удобно размещать в защищенной акватории с относительно небольшими изменениями уровня воды при гарантированной глубине не менее 6 м.

Автономность по запасам топлива и масла для резервных и аварийных дизель-генераторов и вспомогательного котла при их работе на мощности, обеспечивающей аварийные режимы и режимы транспортирования ПАТЭС, составляет для каждого режима 30 сут.

Большим достоинством атомных плавучих электростанций по сравнению с газотурбинными и дизельными энергетическими установками является отсутствие необходимости в регулярном завозе большого количества углеводородного топлива. В частности, для указанной малой АЭС период между перегрузками активной зоны составит 10—12 лет. Более того, имеется потенциальная возможность создания ПАТЭС, не требующей перегрузки активной зоны в течение всего срока службы.

В местах, где требуемые условия размещения ПЭБ не выполняются, например при резких изменениях стока реки, когда значительное время ощущается недостаток воды для охлаждения, целесообразно строительство АЭС с использованием так называемых транспортабельных энергоблоков. В этом варианте предусмотрены сухие градирни для охлаждения. Эксплуатационные характеристики такой АЭС аналогичны характеристикам ПАТЭС с той же реакторной установкой (рис. 9).

В 2014—2016 гг. ЗАО «Атомэнерго» совместно с АО «ОКБМ Африкантов» проработали концепцию транспортабельных АЭС с использованием в качестве основания стационарных ледостойких платформ. Линейка таких АЭС охватывает диапазон мощности от 6 МВт до 1500 МВт. В проработках рассмотрены варианты энергоблоков на основе различных реакторных установок (АБВ-6Э, РИТМ-200, ВБЭР-300) (рис. 10). Преимущества АЭС на ледостойких платформах таковы:

- минимизация объемов строительно-монтажных работ на площадке размещения АЭС; основной объем работ выполняется в заводских условиях;
- транспортабельность АЭС, обусловленная возможностью буксировки платформ после откачки балласта;

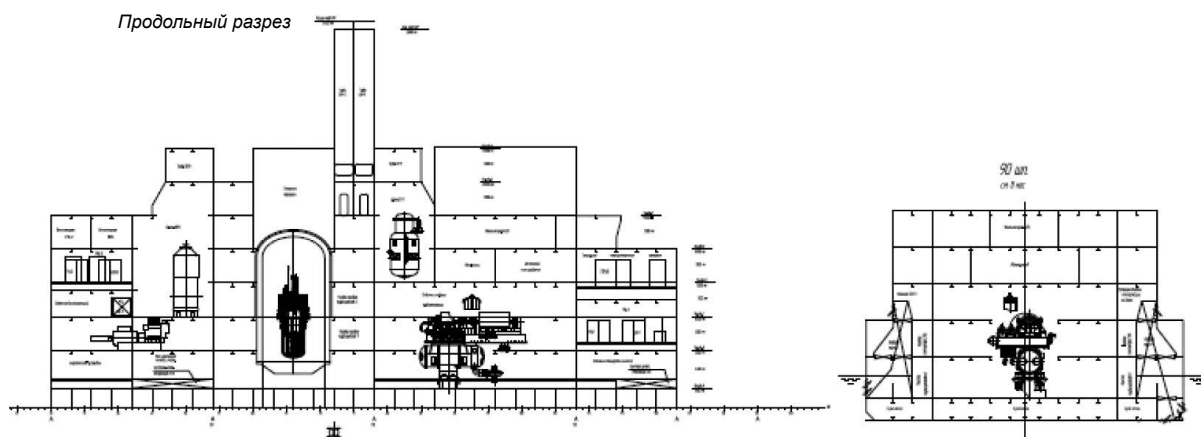


Рис. 9. Компоновочная схема транспортабельного энергоблока

- снижение затрат на строительство собственно энергоблока с одновременным доведением времени работы до заводского ремонта до 30 лет, что соответствует времени работы до заводского ремонта РУ.

Анализ удельных капиталовложений на строительство таких станций показал, что для АЭС мощностью 1200—1500 МВт они сопоставимы с затратами при строительстве стационарных станций подобной мощности.

В свое время АО «ЦКБ «Лазурит» также предложило различные проекты плавучих энергоблоков. Среди них можно отметить, например, плавучую атомную электростанцию ПАЭС-600 (рис. 11).

ПАЭС-600 была предназначена для выработки и передачи на берег электрической энергии и включала:

- плавучий энергоблок с двумя реакторными установками типа ВБЭР-300 и двумя турбогенераторными установками;
- гидротехнические сооружения, защищающие ПЭБ от природных, техногенных и физических воздействий;
- береговые сооружения и специальные устройства, обеспечивающие передачу и распределение электрической энергии потребителям.

По мнению специалистов ЦКБ «Лазурит», преимущества ПАЭС по сравнению с наземной АЭС заключаются в следующем:

- строительство ПАЭС в условиях судостроительного завода в отличие от экспедиционного метода постройки наземных АЭС способствует более высокому качеству исполнения и обеспечивает конкурентоспособность по объему начальных капитальных затрат;
- выбор места установки ПАЭС не зависит от наличия у потребителя электроэнергии транспортной инфраструктуры и подъездных путей, необходимых для обеспечения строительства и эксплуатации ПАЭС;
- не отчуждаются и безвозвратно не теряются территории для строительства сооружений АЭС,



Рис. 10. Общий вид АЭС мощностью 300 МВт на ледостойкой платформе



Рис. 11. Проект ПАЭС-600 АО «ЦКБ «Лазурит»

прокладки технологических коммуникаций, подъездных транспортных путей и строительства водоканалов;

- ремонт, сервисное обслуживание и вся инфраструктура обращения с ядерным топливом обеспечивается российской стороной;
- после окончания эксплуатации ПАЭС возвращается в Россию, а на месте ее базирования не остается



Рис. 12. Проект ПЗБ АО «ЦКБ «Лазурит»



Рис. 13. Проект китайской атомной плавучей электростанции



Рис. 14. Совместный проект КНР и госкорпорации «Росатом» по строительству ПАТЭС

следов экологического воздействия, т. е. реализуется идея «зеленой лужайки».

Не менее интересна идея плавучего энергоблока мощностью 40 МВт, предложенная тем же бюро (рис. 12).

Глава Китайской национальной ядерной корпорации (China National Nuclear Corporation — CNNC) Сунь Цинь сообщил, что КНР к концу

2016 г. также начнет строительство своей первой плавучей АЭС (рис. 13). По его словам, станция будет введена в эксплуатацию в 2019 г., и ее главной задачей станет обеспечение энергией работ на нефтяных и газовых месторождениях на шельфе, а также работ на островах. Всего в Китае может быть построено до 20 плавучих АЭС. Кроме того, Китай намерен сотрудничать с российской госкорпорацией «Росатом» в создании ПАТЭС (ее макет приведен на рис. 14).

Руководство АО «Концерн Росэнергоатом» еще в 2014 г. подчеркивало, что существует также возможность лизинга ПАТЭС: станция фактически будет принадлежать России, которая обеспечивает энергоблоку эксплуатационный режим, а Китай может арендовать генератор в течение длительного срока — от четырех до двенадцати лет.

Новый достаточно оригинальный проект плавучей атомной электростанции был предложен специалистами Массачусетского технологического института (рис. 15). По словам разработчиков, ограничений на размер подобных электростанций не существует. Они могут быть как небольшими (50-мегаваттными), так и более крупными (1000-мегаваттными).

По мере появления новых потребителей энергии в Арктике на судостроительных предприятиях России могут быть построены как плавучие атомные электростанции необходимой мощности, так и плавучие электростанции, работающие на углеводородном топливе как с дизельными, так и с газотурбинными энергетическими установками (последние особенно актуальны для районов, располагающихся вблизи разрабатываемых месторождений углеводородов). Создание таких объектов на суше растянулось бы на многие годы.

Плавучие, прибрежные и береговые производства по переработке углеводородного сырья имеют в основном газотурбинную энергетику. Применение

газовых турбоэлектродвигателей (ГТЭД) обеспечивает возможность строительства автономных объектов, в том числе морских буровых платформ с установленной электрической мощностью до 100—150 МВт. При этом единичная мощность ГТЭД может достигать 35 МВт. Сравнительные диаграммы качества дизельных и газотурбинных двигателей отражены на рис. 16.

Среди плавучих объектов, имеющих первостепенную важность для некоторых районов Арктики, следует упомянуть плавучие причалы. Проектирование и строительство плавучих причалов различного типа давно и хорошо освоено в России. В последнее время возобновилось строительство плавучих причалов как в интересах Минобороны, так и других заказчиков. На рис. 17 показан причал, построенный для Норвегии.

В практике ведущих государств в области создания морской техники (Нидерландов, Великобритании, Франции, США) при создании причалов широко применяются так называемые модульные понтонные системы (Ponton Modular Systems) — плавучие сооружения из стальных, композитных или бетонных понтонов, собираемые в плавсредства различной конфигурации и назначения, — рабочие площадки, паромы, катера, плавучие причалы и пирсы (рис. 18). Их ключевыми отличиями от плавучих сооружений на базе крупногабаритных понтонов, соединяемых при помощи сварки или иным способом, являются габариты понтонов, унифицированные под допустимые транспортные габариты, и использование системы быстроразъемных креплений для соединения их в единую систему.

Следующие важные объекты инфраструктуры, необходимые в первую очередь для размещения людей, — гостиницы и общежития. Примеров создания плавучих объектов такого типа предостаточно как в России, так и за рубежом. Особым достоинством этих плавсредств является возможность их передислокации.



Рис. 15. Проект ПАЭС Массачусетского технологического института



Рис. 16. Сравнительные диаграммы качества дизельных и газотурбинных двигателей

Строительство плавучих гостиниц или общежитий на судостроительных предприятиях России не вызывает никаких затруднений. В качестве примера можно привести одну из гостиниц, расположенную на Волге (рис. 19). Данный объект спроектирован и построен силами ЦКБ «Монолит». Необходимыми элементами инфраструктуры, которые также могут изготавливаться в плавучем варианте, являются медицинские учреждения (больницы, госпитали, медсанчасти). Пример такой проектной проработки, выполненной в ЦКБ «Монолит», представлен на рис. 20.

Перечисленные плавучие объекты по существу являются сопутствующими дополнениями к тем или иным основным объектам производственного или оборонного назначения. Эти последние объекты также могут изготавливаться плавучими.

В ЦКБ «Монолит» разработан полный функциональный ряд плавучих вспомогательных средств ВМФ. Он включает в себя казармы, ремонтные мастерские, станции снабжения и жизнеобеспечения флота, бункеровщики топливом, плавучие ангары колесной и гусеничной техники,



Рис. 17. Плавучий железобетонный причал



Рис. 18. Плавучий причал проекта 02210



Рис. 19. Плавучая гостиница

суда по утилизации отходов. На рис. 21 представлен проект плавучей казармы, обладающей высокой автономностью и всеми удобствами для личного состава.

Из известных плавучих производственных объектов гражданского назначения в последнее время все более широкое распространение получают плавучие заводы по получению сжиженного природного газа (СПГ).

В табл. 1 приведены данные по плавучим заводам СПГ за рубежом. В России использование плавучих заводов СПГ в настоящее время рассматривается ведущими нефтегазовыми компаниями «Газпром», «Роснефть», «НОВАТЭК», «Печора СПГ» как альтернатива береговым заводам СПГ.

Пока в России построен только один береговой завод СПГ в поселке Пригородное на Сахалине. Компания «НОВАТЭК» строит также береговой завод СПГ в вахтовом поселке Саббета в Ямальском районе Ямало-Ненецкого автономного округа, расположенном на восточном берегу полуострова Ямал у Обской губы Карского моря, в рамках проекта «Ямал СПГ». При этом различные разработчики, как российские, так и зарубежные, предлагали пойти по пути создания плавучего завода СПГ. В настоящее время, когда компания «НОВАТЭК» приступила к разработке нового проекта освоения месторождений природного газа на противоположном (восточном) берегу Обской губы, подход компании изменился, и сейчас рассматривается только вариант плавучего завода СПГ, что представляется разумным с учетом приведенных выше соображений.

На примере производственного объекта в Арктике в виде плавучего завода СПГ можно понять, какие вопросы при этом необходимо рассматривать.

1. Плавучий завод изготавливается на соответствующем основании, доставляется на место установки водным путем, но затем может оставаться в плавучем состоянии или устанавливаться на грунт.

2. Выбор варианта постановки плавучего завода определяется географическими условиями (закрытая или открытая акватория), глубинами в месте установки, возможными воздействиями со стороны льда, ветра, волнения, течения.

3. Плавучий завод может формироваться в виде одного

комплексного объекта или состоять из ряда отдельных компонентов, например технологического, энергетического, хранилища, жилого и др., связанных между собой переходными мостиками. Выбор связан как с габаритными размерениями плавучего завода, так и с размерами акватории.

4. Плавучее основание, на котором будет размещено оборудование технологического и иного назначения, может изготавливаться стальным или железобетонным. Для арктических условий большинство преимуществ обеспечивает изготовление опорного плавучего основания из железобетона.

Исключительно важным аргументом в пользу плавучих производственных комплексов является возможность их демобилизации с места установки, например после окончания выработки какого-либо месторождения.

Представим себе, что ресурс месторождения природного газа по проекту «Ямал СПГ» исчерпан. Что делать с огромным комплексом, который построен на суше? Плавучий же комплекс просто может быть отбуксирован, при этом на суше остается, как и прежде, природная среда.

Наряду с созданием плавучих заводов СПГ, что уже является реальностью, принцип возведения производственных комплексов, несомненно, востребован и при создании горнопромышленных и иных хозяйственных предприятий. Судостроительная промышленность России к настоящему времени накопила большой опыт создания крупных плавучих объектов, размещая их строительство или на одном предприятии, или в кооперации нескольких.

Поскольку плавучие объекты, как правило, формируются из опорных оснований, которые и создают плавучесть, и функциональных частей, так называемых верхних строений, они могут быть технологически независимы и строиться параллельно как на разных площадках одной верфи, так и на нескольких



Рис. 20. Плавучий госпиталь

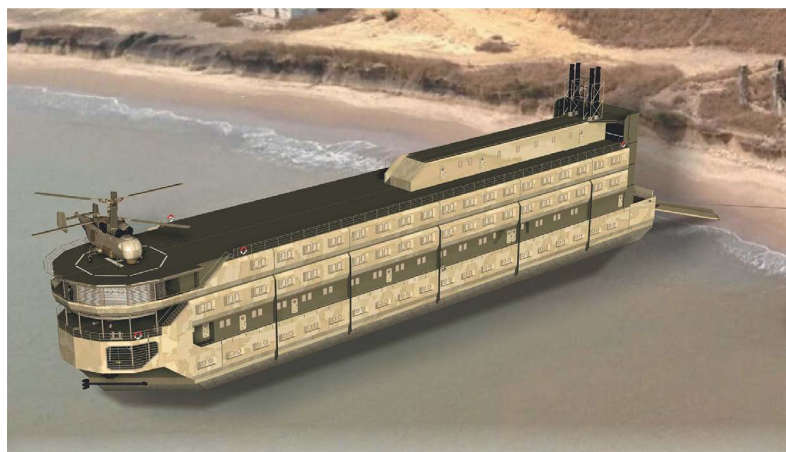


Рис. 21. Плавучая казарма

верфях. В последнем случае верхнее строение разбивается на несколько специализированных модулей. Характерный пример такого строительства — создание платформы «Приразломная» на Севмаш-предприятии. В этом случае само опорное основание было разделено на несколько блоков из-за ограничений по габаритам корпуса цеха. Кроме того, верхнее строение составлено из нескольких самостоятельных модулей, часть которых (жилой и вспомогательный модули) строились на Выборгском судостроительном заводе.

Другой широко известный пример кооперации из другой области еще в советское время — строительство корпусов атомных ледоколов «Таймыр» и «Вайгач» в Финляндии, после чего установка атомной энергетической установки производилась на Балтийском судостроительном заводе.

Показательным примером является также строительство полупогружных буровых установок типа «Северное сияние» на Выборгском судостроительном заводе с изготовлением и установкой части верхнего строения в Корею.

По многим причинам плавучие опорные основания рационально изготавливать из железобетона. Судостроительная промышленность России располагает в этой области обширным опытом. В советское время имелось два наиболее крупных соответствующих предприятия — «Изумруд» в Херсоне (теперь «Украина») и «Монолит» в Городце (Нижегородская область). В настоящее время в Городце производственные мощности значительно увеличиваются. ОАО ЦКБ «Монолит» создает свое производство, заканчивает строительство крупного сухого дока. Это позволит создавать плавучие опорные основания из железобетона

Таблица 1. Основные параметры плавучих заводов по сжижению природного газа





Изображение, наименование проекта, страна, предполагаемое место установки (месторождение), извлекаемые запасы газа	Состояние проекта на начало 2015 г.	Производительность по СПГ, СНГ и C5+, млн т/год	Владелец	Проектировщик/ строительная верфь
 «Prelude», Австралия, Prelude и Concerto, 85 млрд м ³	В постройке, пуск 2016 г.	3,6 СПГ, 1,3 C5+ ^{1*} , 0,4 СНГ ^{2*}	«Shell» (67,5%), KOGAS (10%), «Inpex» (17,5%), CPC (5%)	«Technip»/SHI ^{3*}
 «PFLNG1 Satu», Малайзия, Kanowit (Sarawak, блок SK306)	В постройке, выход на точку — сентябрь 2015 г.	1,2 СПГ	«Petronas» (60%), «MISC Bhd» (30%), «Mustang» (10%)	«Technip»/DSME ^{4*}
 «PFLNG2 Rotan», Малайзия, Rotan (Sabah, Block H), 27 млрд м ³	FID ^{6*} , дата начала строительства май 2015 г., пуск 2018 г.	1,5 СПГ	«Petronas», «Murphy Oil»	«JGC Corporation»/ SHI
 «Caribbean FLNG», Колумбия, Pandora, 22,6 млрд м ³	В постройке, приостанов- лено	0,5 СПГ	«Pacific Rubiales», «Exmar»	«Wison Offshore & Marine»/«Nantong» (China)
 «Santos FLNG», Бразилия, нефтегазоносная провинция Santos, месторождения Iara, Cernambi, Lula	FEED ^{7*}	2,7 СПГ, 1,0 СНГ	«Petrobras» (51%), «BG Group», «Repsol» (Spain), «Galp Energia» (Portugal)	«SBM Offshore N.V.», CHIYODA

Длина × ширина, м	Система удержания/ глубина воды, м	Технология сжижения	Энергетическая установка/ приводы компрессоров	Тип криогенных танков/объем хранения, м³	Отгрузка СПГ
488×74	Турельная (внутренняя)/ 240	DMR («Shell»)	Паротурбинная/ паровые турбины	Мембранные (Mark III)/ 220000 СПГ	Бортовая, тандемная
365×60	Турельная (внешняя)/200	Расширение азота (AP- NTM) 5*	Газовые турбины PGT25+G4 (6×34 МВт)/ газотурбинные, электрические	Мембранные (№ 96)/177 000 СПГ	Бортовая
360×60	Турельная (внешняя)/1150	Расширение азота (AP-NTM)	Газовые турбины PGT25+G4 (4×34 МВт)/ газотурбинные LM6000-PF (2×43 МВт)	Мембранные	Бортовая
140×32	Якорная/14	SMR (PRICO®)	Газовые турбины LM2500+ (4×29 МВт)/ газотурбинные	Мембранные/ 14 000 СПГ	Бортовая
—	Турельная (вну- тренняя)/2200	DMR	Газовые турбины	SPB 8*	Тандемная

Изображение, наименование проекта, страна, предполагаемое место установки (месторождение), извлекаемые запасы газа	Состояние проекта на начало 2015 г.	Производительность по СПГ, СНГ и C5+, млн т/год	Владелец	Проектировщик/ строительная верфь
 «Scarborough FLNG», Австралия, Scarborough, 226,5—283,2 млрд м³	FEED, приостанов- лен	6,0—7,0 СПГ	«BHP Billiton Ltd», «ExxonMobil Corp.»	—
 SEVAN, Норвегия	Концепт- проект	2,4 СПГ	«Sevan Marine ASA»	«Sevan Marine ASA», «KANFA Group»
 «LiBro FLNG»	Концепт- проект	1,6—2,0 СПГ	—	MODEC, «Toyo Engineering Corporation»
 «FLEX LNG Producer»	FEED	1,7—2,0 СПГ	«FLEX LNG Ltd.»	«Worley Parsons», «KANFA Group»/SHI
 «Abadi FLNG», Индонезия, Abadi, блок Masela, 283 млрд м³	FEED, EPC 9*, 2014— 2018 гг.	2,5 СПГ, 0,4 C5+	«Inpex» (60%), «Shell» (30%), «PT EMP Energi Indonesia» (10%)	«JGC Corporation»/ «PT JGC Indonesia», «PT Saipem Indonesia»
 «Browse FLNG», Австралия, нефтегазоносная провинция Browse, 436 млрд м³	Пересмотр FEED	3,9 СПГ, 1,3 C5+	«Woodside» (31,3%), BP (17%), «Shell» (27%), «PetroChina» (10%), MIMI (14,3%)	«Shell», BP, «Japan Australia», «PetroChina»

Продолжение табл. 1

Длина × ширина, м	Система удержания/ глубина воды, м	Технология сжижения	Энергетическая установка/ приводы компрессоров	Тип криогенных танков/объем хранения, м³	Отгрузка СПГ
495×75	Турельная (внутренняя)/ 950	DMR («Shell»)	Газовые турбины	Мембран- ные/380 000 СПГ	Тандемная
Цилин- дриче- ский корпус, диаметр главной палубы 120 м	Турельная (внутренняя)	Расширение азота (KANFA)	Газовые турбины	SPB/220 000 СПГ, 25 000 СНГ, 36 000 C5+	Система отгрузки «HiLoad», Sevan Marine ASA
300×50	Турельная (внешняя)	Предохлаж- дение (MODEC's LiBro®), расширение азота (AP-NTM)	Газовые турбины	Мембран- ные/160 000 СПГ, 20 000 C5+	Бортовая, тандемная
320×60	Турельная (внутренняя)/ 20—2500	Расширение азота	Газовые турбины	SPB (SUS304)/185 000 СПГ, 50 000 — СНГ и C5+	Тандемная
—	Турельная (внешняя)/1000	DMR (AP-DMR™)	—	SPB	Бортовая
488×74	Турельная (внутренняя)/ 350—700	Смешанный хладагент	Газовые турбины	Мембранные	Бортовая

Изображение, наименование проекта, страна, предполагаемое место установки (месторождение), извлекаемые запасы газа	Состояние проекта на начало 2015 г.	Производительность по СПГ, СНГ и C5+, млн т/год	Владелец	Проектировщик/ строительная верфь
 «Bonaparte FLNG», Австралия, нефтегазоносная провинция Bonaparte, месторождения Petrel (27 млрд м³), Tern (13,2 млрд м³) и Frigate (2,8 млрд м³)	Pre-FEED ^{10*}	2,4 СПГ	«GDF Suez» (60%), «Santos» (40%)	«Technip», KBR, «Chiyoda»/ верфь TBD
 SBM FLNG	FEED	1,5—2,0 СПГ		«SBM Offshore», «Linde Engineering»
 «Hoegh FLNG»	Pre-FEED	2,0 СПГ	«Hoegh FLNG Ltd.»	KBR, «Linde», SBM/ DSME
 «ConocoPhillips FLNG», Австралия, нефтегазоносная провинция Browse, Greater Poseidon, 92 млрд м³	Pre-FEED	2,9—3,5 СПГ	«ConocoPhillips», «Karoo Gas», «PetroChina»	«Technip», «Linde»/ DSME

^{1*} C5+ — газовый конденсат.

^{2*} СНГ — сжиженный нефтяной газ.

^{3*} SHI — «Samsung Heavy Industries Co., Ltd.».

^{4*} DSME — «Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd.».

^{5*} AP-NTM — технология сжижения компании «Air Product's».

^{6*} FID — Final Investment Decision — финальное инвестиционное решение.

(и не только из него) для крупных производственных объектов, а также строить под ключ многие относительно менее крупные объекты.

В качестве примера возможной востребованности

в плавучих объектах, использование которых может способствовать ускорению принятия решения по крупной государственной задаче, приведем проблему освоения мирового

Окончание табл. 1

Длина × ширина, м	Система удержания/ глубина воды, м	Технология сжижения	Энергетическая установка/ приводы компрессоров	Тип криогенных танков/объем хранения, м ³	Отгрузка СПГ
400×70	Турельная (внутренняя)/ 85—100	DMR («Shell»)	Газовые турбины/ газотурбинные	Мембранные/ 210 000 СПГ, 40 000 C5+	Бортовая
Корпус из двух СПГ- танкеров	Турельная (внешняя)/	Расширение азота (LINDE)	Газовые турбины	Сферические	Бортовая
380×60	Турельная (внутренняя)	NICHE (предо- хлаждение метаном, расширение азота)	Газовые турбины	Мембранные (№ 96)/ 190 000 СПГ	Бортовая
462×72	Турельная (внутренняя)/ 470-540	ConocoPhillips Optimized Cascade®	Газовые турбины LM2500+G4 (5×34 MBt)/ газотурбинные	Мембранные	Тандемная

^{7*} FEED — Front End Engineering and Design — техническое проектирование.

^{8*} SPB — Selfsupporting Prismatic Shape IMO type B — вкладные призматические танки типа B по классификации ИМО.

^{9*} EPC — Engineering, procurement and construction — проектирование, закупки, строительство.

^{10*} Pre-FEED — эскизное проектирование.

супергиганта — железорудно-алюмофосфатно-редкометалльного месторождения Томтор. Оно располагается в прибрежной зоне российской Арктики в бассейне рек Анабар — Уджи — Оленёк.

Безусловно, это труднодоступная территория. Однако наличие рек, впадающих в Северный Ледовитый океан, делает возможным с использованием плавучих объектов ускоренно начать развитие на

данной территории промышленного комплекса. Для этого в европейской части России на судостроительных предприятиях необходимо построить: плавучую электростанцию, плавучую гостиницу (плавобшежитие), плавмастерскую, плавхранилище топлива и, возможно, некоторые другие плавучие объекты. Водным путем в период летней навигации в Арктике они могут быть доставлены в район освоения месторождения Томтор, установлены там на водной акватории и немедленно введены в эксплуатацию.

Для любого заказчика, размещающего свою базу (производство), Крыловский центр с участием ЦКБ «Монолит» готов разработать концепцию развертывания работ в Арктике с созданием номенклатуры и характеристик элементов плавучей инфраструктуры включая размещение строительства плавучих специальных объектов на судостроительных предприятиях и дальнейшую их доставку и установку в месте расположения производства. На последующей стадии ЦКБ «Монолит» совместно с Крыловским центром могут разрабатывать проектную документацию на отдельные объекты, а также строить некоторые из них.

Во многих случаях при создании инфраструктуры в арктических условиях проблемным вопросом является транспортное всепогодное обеспечение внутри осваиваемого района. Наиболее пригодными являются транспортные средства на воздушной подушке, способные перевозить как грузы, так и людей, оказывать оперативную и быструю помощь в тех или иных ситуациях. В настоящее время целая линейка транспортных средств на воздушной подушке баллонетного типа, наиболее приспособленная к работе в арктических условиях, спроектирована и строится компанией «Аэроход» в Нижнем Новгороде.

Таким образом, судостроительная промышленность России способна обеспечить ускоренное развитие жизнедеятельности в Арктике как в народно-хозяйственных, так и в оборонных интересах страны путем создания разнообразных плавучих объектов, как инфраструктурных, так и производственно-технологических.

Литература

1. «Академик Ломоносов» поменял прописку: Первую плавучую АЭС будут достраивать на Балтийском заводе // Рос. газ. — 2009. — 23 апр.
2. Липицкий А. Г. Плавучая электростанция // Энергетические мускулы Севера. — Магадан: Магадан. кн. изд-во, 1986. — С. 85—88.
3. Никитин В. С., Иванов Ю. М., Симонов Ю. А., Половинкин В. Н. Развитие морской деятельности в российской Арктике // Арктика: экология и экономика. — 2015. — № 2 (18). — С. 78—88.
4. Никитин В. С., Половинкин В. Н., Симонов Ю. А. и др. Атомная энергетика в арктическом регионе // Арктика: экология и экономика. — 2015. — № 4 (20). — С. 86—96.
5. Половинкин В. Н., Фомичев А. Б. Значение северного и арктического регионов в новых геополитических и геоэкономических условиях // Арктика: экология и экономика. — 2013. — № 3 (11). — С. 58—63.
6. Половинкин В. Н., Фомичев А. Б. Перспективные направления и проблемы развития Арктической транспортной системы РФ в XXI веке // Арктика: экология и экономика. — 2012. — № 3 (7). — С. 74—84.
7. Потапов П. Северные сияния рождаются на стапелях // Техника — молодежи. — 1974. — № 9. — С. 32—33.
8. URL: AtomInfo.Ru, 2006—2016 гг.
9. URL: <http://www.okbm.nnov.ru/reactors#regional>.
10. URL: <http://utro.ru/articles/2016/07/05/1288986.shtml>.

Информация об авторах

Волков Владимир Андреевич, генеральный директор, ОАО ЦКБ «Монолит» (606505, Россия, Городец, Нижегородская область, 1-й Пожарный пер., д. 8), e-mail: monolit@nn.ru.

Илюшкин Анатолий Павлович, советник генерального директора, ОАО ЦКБ «Монолит» (606505, Россия, Городец, Нижегородская область, 1-й Пожарный пер., д. 8), e-mail: ilyschkin@yandex.ru.

Никитин Владимир Семенович, доктор технических наук, генеральный директор, ФГУП «Крыловский государственный научный центр» (196158, Россия, Санкт-Петербург, Московское шоссе, д. 44), e-mail: krylov@krylov.spb.ru.

Половинкин Валерий Николаевич, доктор технических наук, советник генерального директора, ФГУП «Крыловский государственный научный центр» (196158, Россия, Санкт-Петербург, Московское шоссе, д. 44), e-mail: krylov@krylov.spb.ru.

Рыжков Вениамин Васильевич, генеральный директор, ЗАО «Атомэнерго» (190005, Россия, Санкт-Петербург, Измайловский пр-т, д. 4, лит. А), e-mail: atomenergo@mail.ru.

Симонов Юрий Андреевич, кандидат технических наук, главный инженер проектов — заместитель начальника отделения, ФГУП «Крыловский государственный научный центр» (196158, Россия, Санкт-Петербург, Московское шоссе, д. 44), e-mail: 5_otd@ksrc.ru.

Библиографическое описание данной статьи

Никитин В. С., Симонов Ю. А., Половинкин В. Н. и др. Возможности судостроения в создании инфраструктуры в арктическом регионе // Арктика: экология и экономика. — 2017. — № 1 (25). — С. 102—119.

SHIPBUILDING CAPABILITIES FOR CREATING THE INFRASTRUCTURE IN THE ARCTIC REGION

Nikitin V. S., Simonov Yu. A., Polovinkin V. N.

FSUE "Krylov State Research Centre" (St. Petersburg, Russian Federation)

Volkov V. A., Iljushkin A. P.

JSC CDB "Monolith" (Nizhegorodskaya obl., Gorodets, Russian Federation)

Ryzhkov V. V.

CJSC "Atomenergo" (St. Petersburg, Russian Federation)

Abstract

The capabilities of the domestic shipbuilding industry for creation of innovation infrastructure in the Arctic region have been studied. The perspective trends of constructing the universal floating stations for electricity supply and heat supply with a variety of power plants are shown, the examples of implemented solutions during their creation are shown, advantages and disadvantages are noted. The examples of other promising elements of the Arctic infrastructure, including floating plants for processing of hydrocarbon raw materials, are given.

Keywords: *Life activity in the Arctic regions, infrastructure, supply of goods to northern Russia, floating gas-turbine power plants, floating nuclear power plant, floating mooring terminals, hostels, hospitals, barracks, natural gas liquefaction plants.*

References

1. "Akademik Lomonosov" pomenyal propisku: Pervuyu plavuchuyu AES budut dostraivat na Baltiyskom zavode. ["Akademik Lomonosov" changed residence. The first floating nuclear power plant will be completed at the Baltic Shipyard]. Ros. gaz., 2009, 23 apr. (In Russian).
2. Lipitskiy A. G. Plavuchaya elektrostantsiya. [Floating Power Plant]. Energeticheskiye muskuly Severa. Magadan, Magadan. kn. izd-vo, 1986, pp 85—88. (In Russian).
3. Nikitin V. S., Ivanov Yu. M., Simonov Yu. A., Polovinkin V. N. Razvitiye morskoy deyatelnosti v rossiyskoy Arktike. [Development of marine activity in the Russian Arctic regions]. Arktika: ekologiya i ekonomika, 2015, no 2 (18), pp 78—88. (In Russian).
4. Nikitin V. S., Polovinkin V. N., Simonov Yu. A. et al. Atomnaya energetika v arkticheskom regione. [Nuclear energy in the Arctic region]. Arktika: ekologiya i ekonomika, 2015, no 4 (20), pp 86—96. (In Russian).
5. Polovinkin V. N., Fomichev A. B. Znachenie severnogo i arkticheskogo regionov v novykh geopoliticheskikh i geoekonomicheskikh usloviyakh. [Importance of the northern and Arctic regions in new geo-political and geo-economic conditions]. Arktika: ekologiya i ekonomika, 2013, no 3 (11), pp 58—63. (In Russian).
6. Polovinkin V. N., Fomichev A. B. Perspektivnyye napravleniya i problemy razvitiya Arkticheskoy transportnoy sistemy RF v XXI veke. [Perspective directions and problems of development of the Arctic transport system of the RF in the XXI century]. Arktika: ekologiya i ekonomika, 2012, no 3 (7), pp 74—84. (In Russian).
7. Potapov P. "Severnnyye siyaniya" rozhdayutsya na stapelyakh. ["North Lights" are born on staples]. Tekhnika — molodezhi, 1974, no 9, pp 32—33. (In Russian).
8. URL: AtomInfo.Ru. 2006—2016 gg. (In Russian).
9. URL: <http://www.okbm.nnov.ru/reactors#regional>.
10. URL: <http://utro.ru/articles/2016/07/05/1288986.shtml>.

Information about the authors

Volkov Vladimir Andreevich, Director General of JSC CDB "Monolith" (8, Pervy Pozharny per., Nizhegorodskaya obl., Gorodets, 606505, Russia), e-mail: monolit@nn.ru.

Iljushkin Anatoly Pavlovich, Advisor of Director General of JSC CDB "Monolith" (8, Pervy Pozharny per., Nizhegorodskaya obl., Gorodets, 606505, Russia), e-mail: ilyshkin@yandex.ru.

Nikitin Vladimir Semenovich, Doctor of Engineering Science, Director General of FSUE "Krylov State Research Centre" (44, Moskovskoye shosse, St.-Petersburg, 196158, Russia), e-mail: krylov@krylov.spb.ru.

Polovinkin Valery Nikolaevich, Doctor of Engineering Science, Advisor of Director General of FSUE "Krylov State Research Centre" (44, Moskovskoye shosse, St.-Petersburg, 196158, Russia), e-mail: krylov@krylov.spb.ru.

Ryzhkov Veniamin Vasilevich, Director General of CJSC "Atomenergo" (4, lit. A, Izmajlovsky pr., St.-Petersburg, 190005, Russia), e-mail: atomenergo@mail.ru).

Simonov Yuri Andreevich, Candidate of Science (Engineering), Chief Project Engineer — Deputy Head of Division, FSUE "Krylov State Research Centre" (44, Moskovskoye shosse, St.-Petersburg, 196158, Russia), e-mail: 5_otd@ksrc.ru.

Bibliographic description

Nikitin V. S., Simonov Yu. A., Polovinkin V. N. et al. Shipbuilding capabilities for creating the infrastructure in the Arctic region. The Arctic: ecology and economy, 2017, no 1 (25), pp 102—119. (In Russian).