

Выбор оптимальной системы отопления в жилом модуле платформы «Беркут»

Рецензия эксперта на статью получена 13.08.2025 [The expert review of the article was received on August 13, 2025]

В настоящее время научный и практический интерес вызывают вопросы, связанные с условиями жизнедеятельности на крупнейшей в России морской нефтегазовой буровой установке «Беркут» (фото 1). Особое внимание уделяется проблеме приведения параметров микроклимата помещений, расположенных на этой установке, к нормам, действующим в настоящее время на территории РФ.

Данная платформа предназначена для разработки Аркутун-Даги, третьего месторождения проекта «Сахалин-1», который находится в 25 км от северной части острова Сахалин, на шельфе в Охотском море. Верхняя часть платформы была изготовлена в Южной Корее, где климатические условия кардинально отличаются от климата Охотского моря. Глубина моря в месте установки составляет порядка 33,6 м. На платформе расположены два жилых модуля для персонала: в постоянном находится основной персонал платформы, во временном модуле сезонно проживают бурильщики.

Объектом исследования является временно-жилой модуль (далее ВЖМ). Он состоит из десяти блок-контейнеров, расположенных друг над другом в три ряда (по четыре на первом и втором уровнях, два на третьем уровне). Модуль обеспечен крытыми переходами, коридорами и лестницами. В первом блок-контейнере проживает 12 человек. Во всех каютах расположены индивидуальные санитарно-гигиенические помещения, оборудованные унитазами и душевыми сетками. Умывальные раковины располагаются в общем помещении кают.

В условиях эксплуатации жилых модулей на морских платформах требуется создание эффективной, надёжной и энер-

гоэкономичной системы отопления, способной обеспечить комфортные условия проживания персонала. Это особенно важно для помещений с двухъярусными спальными местами, где зафиксированы жалобы персонала на перепады температур по высоте: недогрев в зоне первого яруса и значительный перегрев на втором. Неравномерность температуры воздуха по высоте помещения приводит к нарушению санитарно-гигиенических норм и вызывает чувства дискомфорта у персонала.



Фото 1. Морская нефтегазовая буровая платформа «Беркут» в Охотском море

В ходе проведения обследования ВЖМ был выполнен контроль параметров микроклимата с помощью термогигрометра «ТТЦ-МГ4». Результаты замеров показали, что температура внутреннего воздуха на высоте второго яруса в среднем на 14% выше температуры на первом. Стоит отметить, что температура воздуха на высоте первого яруса соответствует нормам.

УДК 621.643. Научная специальность: 2.1.3.

Выбор оптимальной системы отопления в жилом модуле платформы «Беркут»

Юлия Николаевна Новоселова, к.т.н., доцент, кафедра урбанистики и инженерных систем (УиИС), Институт строительства, архитектуры и искусства (ИСАиИ) Магнитогорского государственного технического университета (МГТУ) им. Г.И. Носова (г. Магнитогорск); **Юлия Александровна Морева**, к.т.н., доцент, кафедра УиИС, ИСАиИ МГТУ; **Лариса Геннадьевна Старкова**, к.т.н., доцент, кафедра УиИС, ИСАиИ МГТУ; **Дмитрий Анатольевич Харлов**, эксперт по промышленной безопасности, компания ООО «ТехноГарант» (г. Магнитогорск)

В статье рассматриваются проблемы создания комфортного микроклимата в жилом модуле платформы морской нефтегазовой буровой установки, расположенной в Охотском море. Представлены результаты исследования микроклимата в жилых модулях. В статье приводится описание выбранной эффективной системы отопления для рассматриваемых модулей и даны рекомендации по энергосберегающим мероприятиям, которые позволяют достичь требуемых параметров микроклимата.

Ключевые слова: микроклимат, система отопления, энергоэффективность, энергосбережение, теплотехнический расчёт, экономическая целесообразность.

UDC 621.643. Scientific specialty number: 2.1.3.

Choosing the optimal heating system in the residential module of the "Berkut" platform

Yulia N. Novoselova, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Urbanism and Engineering Systems (UES), Institute of Construction, Architecture and Art (ICAA) of Nosov Magnitogorsk State Technical University (NMSTU); **Yulia A. Moreva**, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of UES, ICAA NMSTU; **Larisa G. Starkova**, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of UES, ICAA NMSTU; **Dmitry A. Kharlov**, industrial safety expert, "Technogrant", LLC (Magnitogorsk city)

The article discusses the problems of creating a comfortable microclimate in the residential platform module of an offshore oil and gas drilling rig located in the Sea of Okhotsk. The results of a study of the microclimate in residential modules are presented. The article describes the selected efficient heating system for the modules under consideration and provides recommendations on energy-saving measures that allow achieving the required microclimate parameters.

Key words: microclimate, heating system, energy efficiency, energy saving, thermal engineering calculation, economic feasibility.

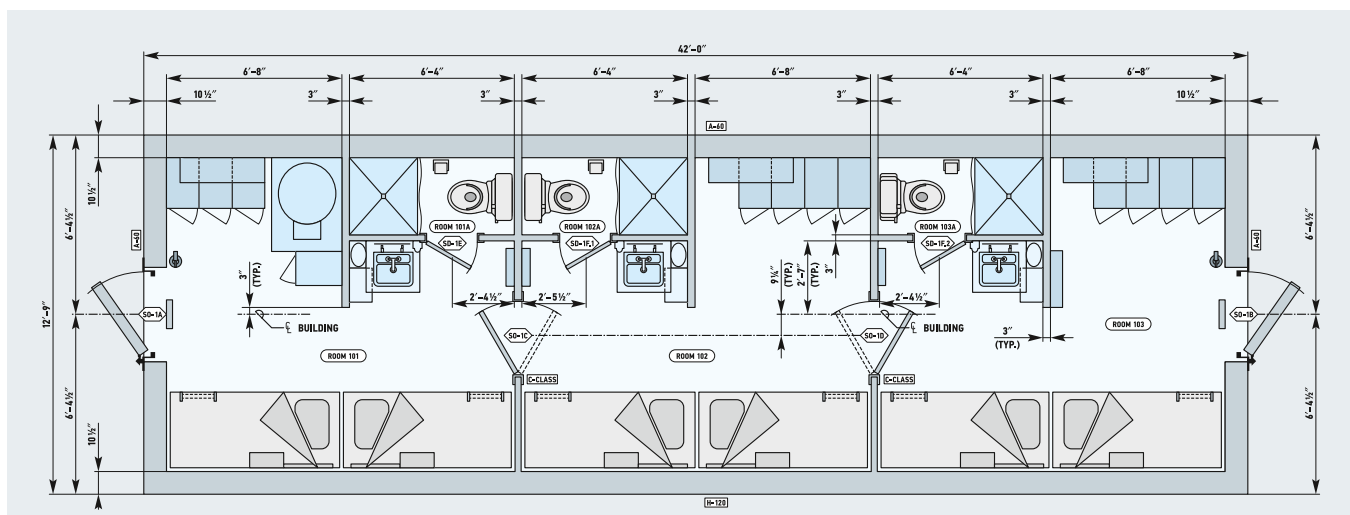


Рис. 1. План существующей системы отопления блок-контейнера ВЖМ

С целью выявления причин, вызывающих неравномерность распределения внутренних температур во ВЖМ, на первом этапе определялось соответствие теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций рассматриваемого жилого модуля требованиям СП 50.13330.2024 [2]. Для этого был выполнен расчёт сопротивления теплопередаче для наружных стен, пола и перекрытия.

В результате получили, что величина приведённого сопротивления теплопередаче у всех наружных ограждений модуля при существующем волокнистом материале Dendamix Marine производства США [коэффициент теплопроводности составляет $0,047 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$] меньше нормируемых значений ($2,7 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} < 3,87 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ — для стен; $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} < 5,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ — для пола; $1,45 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} < 5,08 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ — для перекрытия). Для достижения нормируемых показателей было принято решение заменить утеплитель американской марки Dendamix Marine на аналог российского производства — пенополиуретан марки «Химтраст» [коэффициент теплопроводности — $0,02 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$], толщина — $0,1 \text{ м}$]. Проведённая в ходе исследования на платформе «Беркут» тепловизионная съёмка конструкций внешнего ограждения ВЖМ подтвердила необходимость замены утеплителя.

Расчёты показали, что замена утеплителя позволяет значительно уменьшить теплопотери ограждающих конструкций. Отопительная нагрузка на модуль после внедрения рассмотренного энергосберегающего мероприятия составит $63\,070 \text{ Вт}$, что на 40% меньше существующих показателей.

На втором этапе было проведено обследование систем, обеспечивающих существующие параметры микроклимата в помещениях. В настоящее время в ВЖМ используются вентиляционно-отопитель-

ные агрегаты, а с целью повышения температуры на нижнем ярусе спальных мест дополнительно установлены электрические конвекторы. В состав основного оборудования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха входят воздуховоды, приточные (канальные) вентиляторы (Fanteck FR160), установки кондиционирования воздуха с воздушным охлаждением для обеспечения комфортного температурного режима в тёплое время года, увлажнители воздуха, навесные электрические нагреватели с вентиляторами принудительного дутья, канальные нагреватели Warren Technology мощностью 7 кВт , вытяжные вентиляторы и воздушные фильтры (рис. 1).

Для выравнивания температуры по высоте помещения было принято решение распределять воздух сверху вниз веерными настилающимися струями, а также установить между первым и вторым ярусами кроватей вытяжную решётку, благодаря чему будет происходить «забор» одной струи и разделение потока

В ходе проведения обследования выявлено, что система приточной вентиляции предусматривает подачу тёплого воздуха через потолочные решётки. В результате этого у нижнего яруса кроватей температура воздуха соответствует нормативам, но у верхнего яруса наблюдается перегрев. Основная причина заключается в том, что тёплый воздух, подаваемый сверху, слабо перемешивается с остальным объёмом воздуха помещения. Эффект стратификации возникает из-за естественного поднятия тёплого воздуха вверх и недостаточного размыва воздушной струи. Решётки с вертикальным направлением потока фокусируют подачу воздуха в ограниченную зону, способствуя неравномерному температурному распределению.

Для выравнивания температуры по высоте помещения было принято решение распределять воздух сверху вниз веерными настилающимися струями, а также установить между первым и вторым ярусами кроватей вытяжную решётку, благодаря чему будет происходить «забор» одной струи и разделение потока. При этом осуществится прогрев воздуха нижнего спального яруса, что способствует выравниванию температуры в помещении в целом (рис. 2).

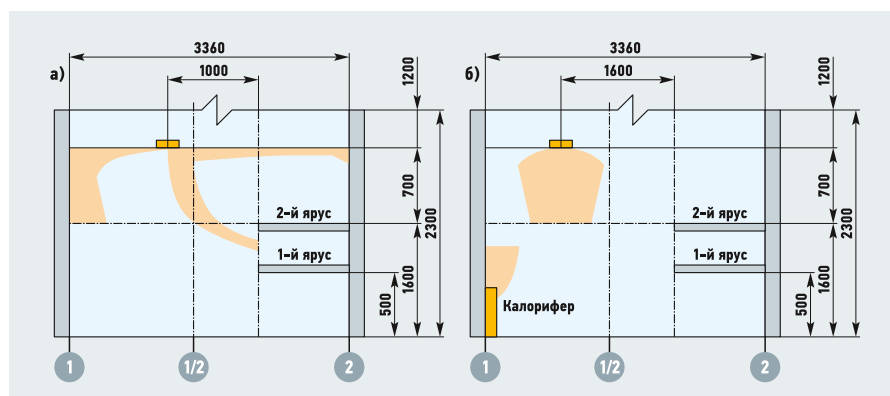


Рис. 2. Схемы подачи воздуха — предложенный (а) и существующий (б) варианты

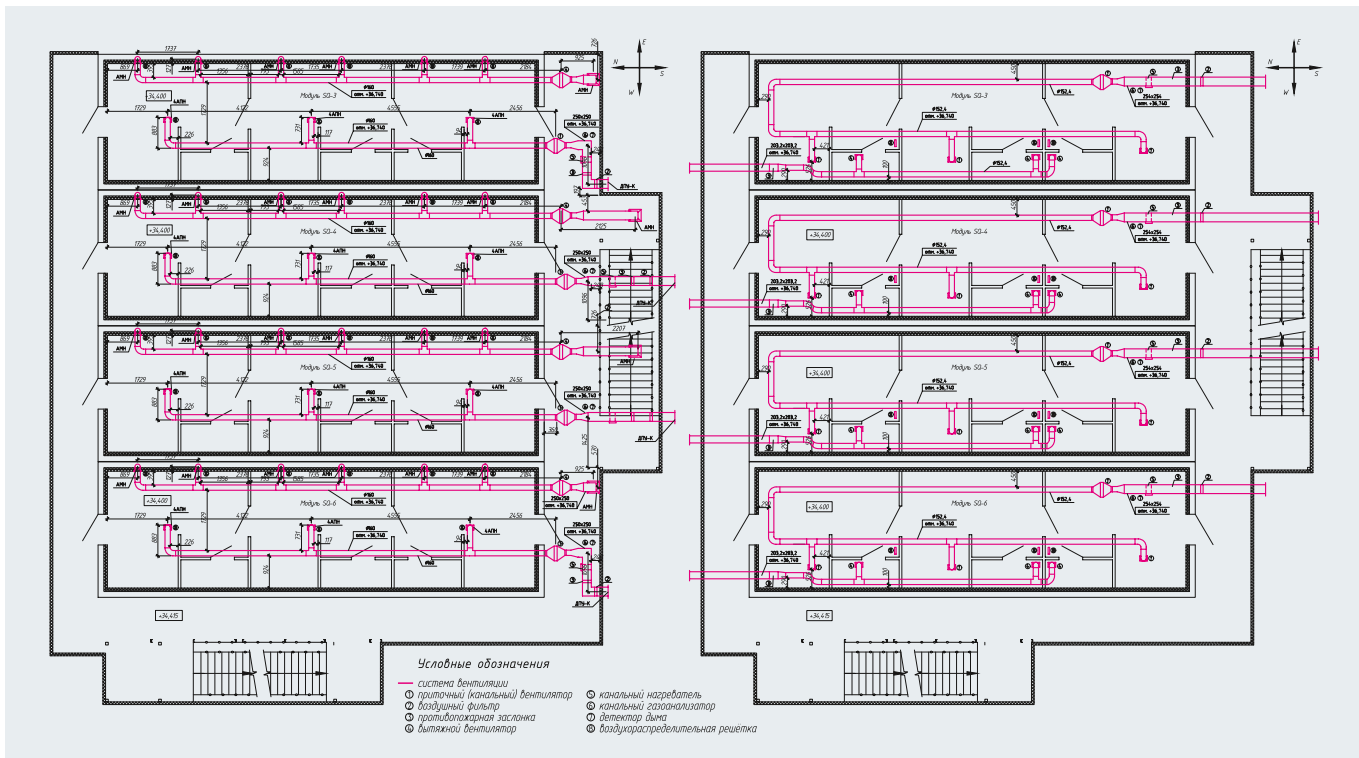


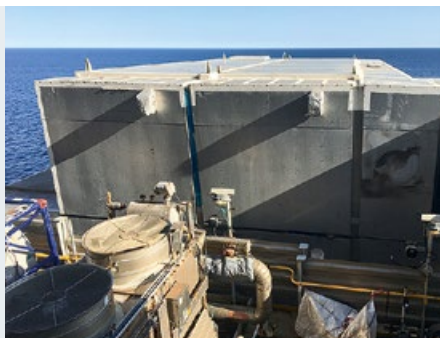
Рис. 3. Планы предлагаемой (слева) и существующей систем отопления временно-жилого модуля (ВЖМ) на платформе «Беркут»

При обследовании системы воздушного отопления также было выявлено, что всё оборудование системы размещено в жилом модуле, что запрещено нормами, действующими на территории РФ. Планировка жилых модулей позволяет расположить данное оборудование в коридорном пространстве. Таким образом, в ходе обследования ВЖМ было выявлено, что

используемая в настоящее время система отопления является неэффективной и не соответствует действующим на территории России нормативным требованиям. Была разработана воздушная система отопления, обладающая высокой энергоэффективностью и непродолжительным сроком окупаемости в 3,5 года. В случае необходимости замены импортного обо-

рудования на отечественное в рамках реализации проекта на платформе «Беркут» возможно применение российских аналогов. Это обеспечит технологическую автономию, надёжность поставок и снижение зависимости от внешних производителей (рис. 3).

Технико-экономическое сравнение существующего и предложенного вариантов показало, что разработанные предложения позволяют получить экономию тепловой энергии в размере 289,7 Ккал или 39,98 %. При этом стоимость утилизированной энергии с учётом тарифов, принятых для города Южно-Сахалинска, составит 1 173 684,78 руб. В результате можно сделать вывод об экономической целесообразности энергосберегающих мероприятий и проектных решений, которые позволяют достичь требуемых параметров микроклимата на платформе. ●



1. ГОСТ Р 58215–2018. Нефтяная и газовая промышленность. Арктические операции. Производственная среда // Дата введ.: 01.04.2019.
2. СП 50.13330.2024. Тепловая защита зданий / Дата введ.: 16.06.2024.
3. Рубцова К.П. Модульное быстровозводимое здание с энергосберегающей системой отопления // Вестник науки, 2024. Т. 2. №2. С. 667–675.
4. Патент РФ №2602225. МПК E04N 5/00, F24D 3/14. Способ строительства энергоэффективных сооружений и система поддержания температуры в сооружении / С.М. Анпилов, М.С. Анпилов, М.М. Гайнуллин [и др.]. Патентобл.: С.М. Анпилов. №2014139280/12; заявл. 29.09.2014; опубл. 10.11.2016.
5. Sadeghi K. An overview of design, analysis, construction and installation of offshore petroleum platforms suitable for Cyprus oil/gas fields. Girne Amerikan Üniversitesi Journal of Social and Applied Science (GAU JSAS). 2007. Vol. 2(4). Pp. 1–16.

References — see page 80.

[Choosing the optimal heating system in the residential module of the “Berkut” platform. Pp. 20–22.](#)

Yulia N. Novoselova, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Urbanism and Engineering Systems (UES), Institute of Construction, Architecture and Art (ICAA) of Nosov Magnitogorsk State Technical University (NMSTU); **Yulia A. Moreva**, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of UES, ICAA NMSTU; **Larisa G. Starkova**, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of UES, ICAA NMSTU; **Dmitry A. Kharlov**, industrial safety expert, “Technogarant”, LLC (Magnitogorsk)

1. *GOST R 58215–2018* [The State Industry Standard of Russia No. 58215–2018]. *Neftyanaya i gazovaya promyshlennost'. Arkticheskie operatsii. Proizvodstvennaya sreda* [Oil and Gas Industry. Arctic Operations. Production Environment]. Date of impl.: April 1, 2019. [In Russian]
2. *SP 50.13330.2024* [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 50.13330.2024]. *Teplovaya zashchita zdaniy* [Thermal protection of buildings]. Date of impl.: June 16, 2024. [In Russian]
3. K.P. Rubtsova. *Modul'noe bystrovozvodimoe zdanie s energosberegayushchej sistemoy otopeniya* [Modular prefabricated building with an energy-saving heating system]. *Vestnik nauki* [“The science bulletin” Magazine]. 2024. Vol. 2. No. 2. Pp. 667–675. [In Russian]
4. Patent of Russia No. 2602225. IPC E04H 5/00, F24D 3/14. *Sposob stroitel'stva energoeffektivnykh sooruzhenij i sistema podderzhaniya temperatury v sooruzhenii* [Method for constructing energy-efficient structures and a system for maintaining temperature in a structure]. S.M. Anpilov, M.S. Anpilov, M.M. Gainullin et al. Patent holder: S.M. Anpilov. No. 2014139280/12. Decl.: September 29, 2014; publ.: November 10, 2016. [In Russian]
5. K. Sadeghi. An overview of design, analysis, construction and installation of offshore petroleum platforms suitable for Cyprus oil/gas fields. *Girne Amerikan Üniversitesi Journal of Social and Applied Science (GAU JSAS)*. 2007. Vol. 2(4). Pp. 1–16.