

Заключение

В работе было описано моделирование строительных процессов надземной части высотного монолитного здания, произведенное с помощью системоквантов. В результате данного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Система квантования позволяет смоделировать непрерывную работу башенного крана и оценить ее по таким параметрам как продолжительность, стоимость, трудоемкость и другим показателям.
2. Решение задачи по повышению эффективности непрерывной работы ведущего механизма на строительных процессах показало, что в условиях монолитного многоэтажного строительства можно добиться непрерывной работы ведущего механизма. Также, рассматривая другие высотные монолитные здания, можно сказать, что система квантования применима и к комплексу таких объектов. Также с помощью этой системы строительные работы можно будет увязывать не только на этапе возведения каркаса, но и при сантехнических, электротехнических, общестроительных работах и т. д.

Литература:

1. Системная инженерия. Принципы и практика Александр Косяков, 1914–2005;
2. Кунц А. Л. Проектирование организации строительства комплекса промышленных объектов: учеб. пособие / А. Л. Кунц; Новосиб. гос. архитектур.-строител. ун-т (Сибстрин). — Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2010;
3. Калугин, Ю. Б. Расчет календарных планов работ с вероятностными временными параметрами / Ю. Б. Калугин // Известия вузов. Строительство.— 2011.— № 10. — С. 51–59: табл. — Библиогр.: с. 58–59;
4. Комплексный подход к оптимизации организационно-технологических решений в строительстве // Известия вузов. Строительство.— 2010.— № 3. — С. 61–68.

Строительство зданий и сооружений на вечной мерзлоте

Тазаян Юра, студент магистратуры

Научный руководитель: Янаев Евгений Юрьевич, кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет (г. Красноярск)

Строительство зданий, сооружений или дорог занимает важное место в нашей жизни, без которого сложно представить существование. Но для строительства вышеперечисленного следует учитывать множество факторов, одним из которых является строительство на вечномерзлых грунтах. В России большую часть территории занимает вечномерзлый грунт, но это не означает что на этих территориях нельзя строить здания и сооружения. Это возможно при любых климатических условиях.

Уже достаточно много времени ведутся проектные разработки различных строительных и инженерных объектов промышленности России: нефтегазовой, добывающей и так далее. Это благодаря тому, что большая часть ресурсного потенциала России сосредоточена в недрах северных территорий. Сегодня новые объекты в северных территориях строятся не путем проб и ошибок, а на основании научных знаний.

Вечная мерзлота — это часть верхнего слоя земной коры, характеризующаяся отсутствием периодического протаивания. Это длительное промерзание почвы и горных пород. Ее толщина может составлять от нескольких метров до сотен. [5]

Мерзлые и вечномерзлые грунты являются очень сложными природными многофазными образованиями, состоящими из различных по своим свойствам компонентов, находящихся в разном фазовом состоянии, взаимно между собой связанных, которые могут рассматриваться как однокомпонентные тела

лишь при определенных условиях, например, когда в данном объеме мерзлого грунта отсутствует во времени перераспределение отдельных фаз грунта. [9]

По причине отсутствия дороги и других объектов инфраструктуры на вечномерзлых территориях, производителями техники предлагается вездеходная, колесная и переносная техника различных классов. В случае необходимости доставка техники к участкам работ может выполняться железнодорожным, автомобильным, воздушным и водным транспортом.

В связи с этим строительство зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах из обычных фундаментов, например, свайных, ленточных, винтовых и так далее неэффективно по следующим причинам:

- сохранение температурного режима;
- необходимость возведения проветриваемого подполя;
- установка охлаждающих устройств;
- потребность в строительных материалах;
- дороговизна перевозки материалов и так далее.

Существует множество различных автомобильных дорог разных категорий и разных типов, которые определяются по СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги [1]. Для обслуживания участников дорожного движения и отдыха водителей и пассажиров по «ПДД РФ, 26. Нормы времени управления транспортным средством и отдыха» около этих дорог строят пункты питания, торговли, медицинской помощи, станции об-

служивания, гаражи и бензоколонки [2]. В качестве помещения таких пунктов чаще всего используется модульные (секционные) здания.

Модульные (секционные) здания и сооружения по комфорту и прочности не уступают капитальным, кирпичным или деревянным домам. Внутри они могут быть оборудованы водопроводом, освещением, отоплением, вентиляцией, сигнализацией и интернет-сетью со спутниковым телевидением. Интерьер в таких сооружениях ничем не ограничивается, что позволяет возводить их для различных целей.

Если правильно эксплуатировать быстровозводимые здания, то они послужат более 20 лет. При необходимости могут быть видоизменены посредством добавления новых блоков-модулей или наоборот, уменьшаться в площади. Высота сооружений не превышает 3 этажей. Этого достаточно, чтобы разместить офис, магазин, склад или медпункт.

Модульные здания из контейнеров заводской готовности монтируются на стройплощадке в единую конструкцию в течение нескольких дней. Если проект небольшой, то за сутки. На изготовление и доставку контейнеров уходит от 4 недель, чтобы сократить сроки можно приобрести полностью готовую продукцию.

Модульные сооружения бывают следующих видов:

- жилые;
- санитарно-бытовые;
- торговые.

Так как свайные и ленточные фундаменты не подходят при строительстве на северных территориях России по ряду причин, поэтому предлагается разработать конструкцию пространственного фундамента сборных секционных зданий различного назначения.

На сегодняшний день технология современного быстровозводимого строительства легких стальных тонкостенных конструкций является вариантом выбора заказчика, который хочет удешевить проект и получить его в максимально короткие сроки. Тонкостенные пространственные конструкции становятся все более популярны и востребованы теперь и в России. Технология пришла к нам из Швеции и уже давно распространена в мире. Ее успех среди заказчиков вполне объясним: легкие сборные конструкции обладают уникальными особенностями и на 100% удовлетворяют требованиям всех внешних нагрузок, теплоизоляции, безопасности и комфорта.

Например, главенствующими преимуществами модульных зданий под автосервис является:

- мобильность;
- сборно-разборная конструкция;
- упрощенное оформление документов на строительство, объект можно оформить как временное или капитальное сооружение;
- быстрая установка;
- приемлемые цены.

Температура эксплуатации зданий модульного типа составляет от -55 до $+45$ °С. Крыша выдерживает достаточно большие снеговые и ветровые нагрузки — более 100 кг на квадратный метр. Сендвич-панели, которые используются в основе, обла-

дают влаго- и паронепроницаемостью, тепло- и шумоизоляцией, не подвержены коррозии и пожароустойчивы. Это говорит о том, что такие конструкции можно возводить в разных климатических районах.

Существует проблема установки подобных зданий, в частности, конструирования фундаментов.

Фундамент — это подземная часть здания (сооружения), воспринимающая нагрузки и передающая их на основание. Основание — это пласты плотного грунта.

В качестве основания для модульных домов часто выбирают щебеночную подушку, монолитную плиту, заасфальтированную площадку и так далее, поэтому не всегда понадобится фундамент.

К данному типу сооружения относятся:

- модульные автомойки;
- модульные здания и шиномонтажа;
- модульные гаражи;
- автомастерские и ТО.

Состав и объем инженерных и геокриологических изысканий должен отвечать требованиям соответствующих нормативных документов и государственных стандартов по инженерным изысканиям и исследованиям грунтов для строительства, а также конструктивным и эксплуатационным особенностям проектируемых зданий и сооружений в соответствии с главой СНиП 1–18–76.

Теплотехнический расчет оснований зданий и сооружений на пространственных вентилируемых фундаментах следует выполнять в соответствии с «рекомендациями по теплотехническому расчету вечномерзлых оснований пространственных вентилируемых фундаментов».

Для восприятия различных видов нагрузок от зданий и сооружений применяются обычные ленточные, свайные и пространственные фундаменты: плитные, ленточные и столбчатые. Разновидностью плитных фундаментов являются рамные фундаменты из стержневых металлических элементов и фундамент-оболочки из железобетонных складчатых элементов.

Виды пространственных фундаментов

1) Плитный пространственный фундамент

Горизонтальные панели плитных фундаментов могут быть направлены вдоль и поперек вентилируемых полостей. Продольное направление горизонтальных плит позволяет собирать пространственные блоки треугольного сечения в заводских условиях или на строительной площадке до начала их монтажа. Поперечное направление горизонтальных плит улучшает их статическую работу, так как в этом случае они являются неразрезными.

2) Ленточный пространственный фундамент

Ленточный фундамент монтируется из коробчатых, которые показаны на рисунке 2 или плоских (на рисунке 3) железобетонных элементов. Между лентами фундаментов отсыпается подсыпка, по которой устраиваются полы первого

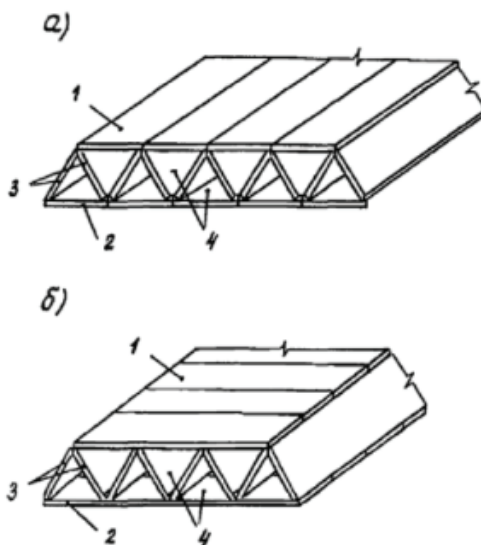


Рис. 1. Пространственные плитные фундаменты:

а — продольное направление горизонтальных элементов; б — поперечное направление горизонтальных элементов;
1 — верхний пояс; 2 — нижний пояс; 3 — наклонные элементы; 4 — сквозные полости

этажа. Сквозные полости фундаментов служат для охлаждения грунтов основания при движении по ним холодного воздуха в зимнее время. Поперечное сечение вентилируемой полости может иметь прямоугольную, треугольную, полукруглую, многоячеистую, показанные на рисунке 4 и др. формы.

Ленточные пространственные фундаменты используются для уменьшения относительных деформаций конструкций от действия ряда сосредоточенных сил. Длина неразрезной ленты определяется конструктивными особенностями здания в зависимости от допустимых напряжений, от силовых и температурных воздействий, не более 36 м.

3) Столбчатый пространственный фундамент

Столбчатый фундамент, показанный на рисунке 5, состоит из массивных опорных элементов, имеющих сквозную полость, и соединительного тонкостенного канала. Фундамент воспринимает нагрузку, которая передается колоннами каркаса, соединительный канал совместно со сквозной полостью в опорном элементе служит для охлаждения грунтов основания при движении по ним холодного воздуха.

Столбчатые фундаменты могут монтировать из складчатых или объемных элементов, а также плоских панелей. Со-

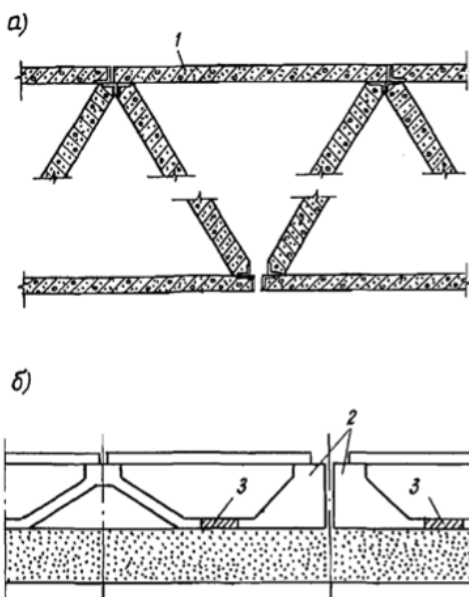


Рис. 2. Устройство деформационного шва:

а — плитный фундамент; б — фундамент-оболочка;
1 — свободно лежащая плита; 2 — железобетонный блок; 3 — монолитный стык

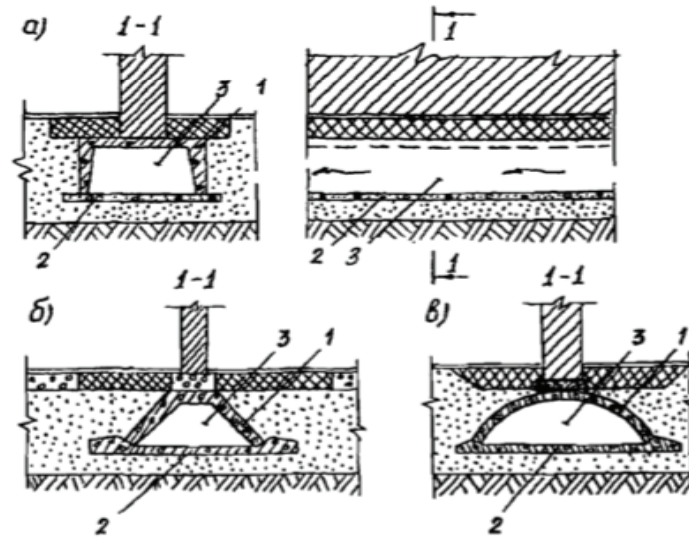


Рис. 3. Ленточные фундаменты из коробчатых элементов:
 а — прямоугольный; б — треугольный; в — полукруглой;
 1 — коробчатый элемент; 2 — опорная плита; 3 — вентилируемая полость

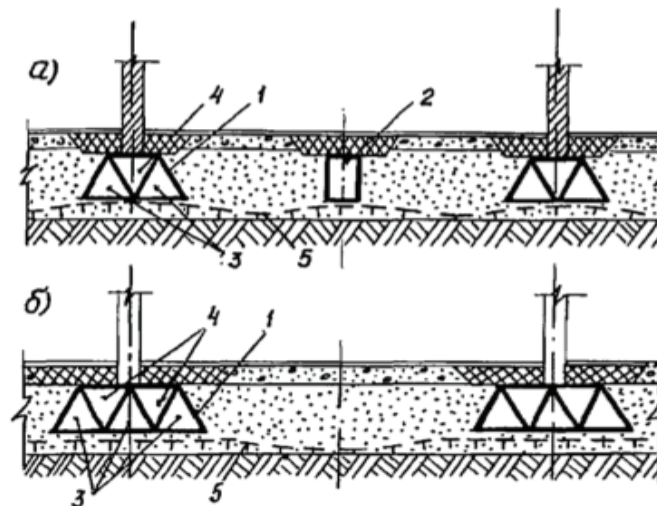


Рис. 4. Ленточные многочисленные фундаменты:
 1 — фундамент; 2 — вентилируемый канал; 3 — вентилируемые полости; 4 — закрытые полости;
 5 — граница наибольшего оттаивания

единительные каналы состоят из плоских плит или пространственных складчатых элементов.

Монтаж колонн в опорных элементах осуществляется для металлических колонн с анкерным болтами, которые устраиваются на уширенной части складки фундамента.

Железобетонные пространственные фундаменты изготавливаются из бетона марки-200, замоноличивание стыков из бетона марки-200, фундаменты-оболочки изготавливаются из бетона не ниже марки-300. Морозостойкость и водонепроницаемость устанавливается согласно с СНиП 11–21–75.

Модульные здания характеризуются быстротой изготовления и монтажа на объекте, мобильностью, возможностью монтажа в труднодоступных регионах, где классические спо-

собы капитального строительства уступают по затратам и возможностям модульным зданиям.

1. Панели фальцевые кровли блок-контейнера на основе стального оцинкованного листа с полимерным покрытием
2. Теплоизоляция рамы покрытия с паро- и гидроизоляционной мембраной
3. Силовой стальной каркас рамы покрытия
4. Основное несущее покрытие пола — цементно-стружечная плита толщиной 20 мм
5. Стеновая сэндвич-панель внешнего ограждения
6. Теплоизоляция рамы перекрытия с паро и гидроизоляционной мембраной
7. Основное покрытие потолка с отделкой ламинацией

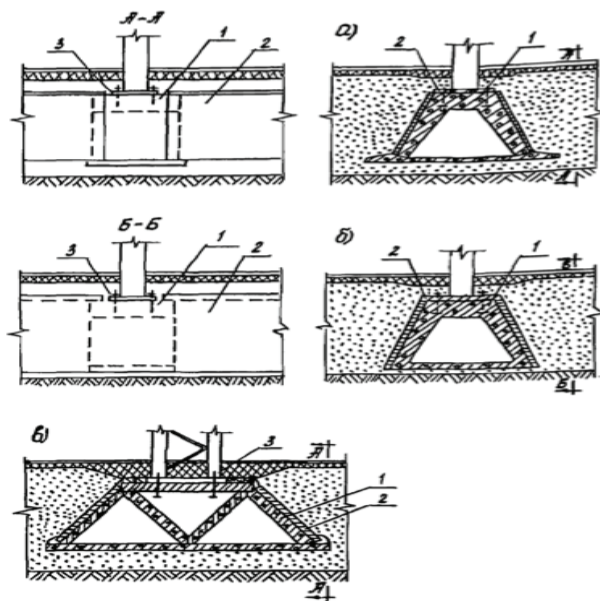


Рис. 5. Вентилируемый столбчатый фундамент:

1 — фундамент 2 — соединительный клапан; 3 — анкер для крепления колонн

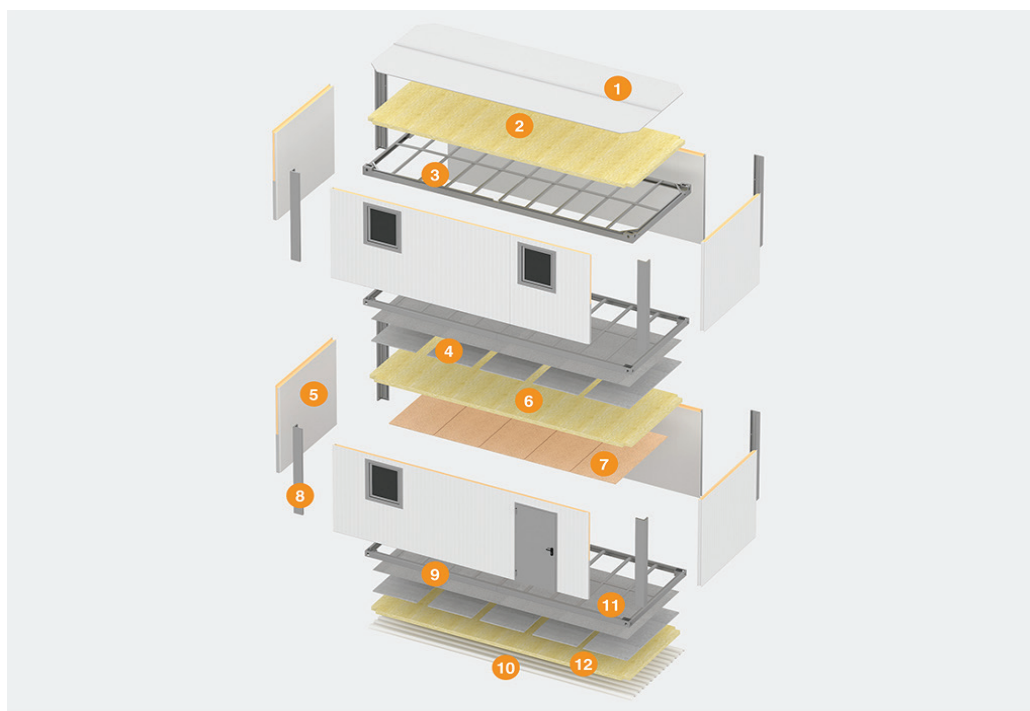


Рис. 6. Конструкция

- 8. Угловая несущая стойка на болтовых соединениях с рамами покрытия, перекрытия и основания
- 9. Финишное покрытие пола
- 10. Внешнее ограждение рамы основания
- 11. Силовой каркас рамы основания
- 12. Теплоизоляция рамы основания с паро- и гидроизоляционной мембраной

— Подготовка строительного объекта
 На этапе подготовки строительной площадки к установке блок-контейнера или модульного здания необходимо:

- 1. Получить планировочное решение и схему опорных точек блок-контейнера или модульного здания.
- 2. Проанализировать вопросы, связанные с устройством фундамента на строительной площадке, связанные со скрытыми коммуникациями.
- 3. Выбрать оптимальный фундамент для обеспечения установки блок-контейнера или модульного здания.
- 4. Осуществить приемку фундамента, контролировать устройство опорных точек блок-контейнеров в единой горизонтальной плоскости и размерность в соответствии со схемой.

Эффективность монтажа модульного здания качественно зависит от устройства фундамента.

— Условия эксплуатации продукции

1. В процессе эксплуатации модульных зданий необходимо соблюдать условия эксплуатации отдельных компонентов: внешних стальных дверей, межкомнатных дверей, пластиковых окон, ограждающих конструкций, инженерных коммуникаций. При эксплуатации данных конструкций необходимо руководствоваться инструкциями изготовителей.

2. Модульные здания могут эксплуатироваться при температурах от -50 до $+50$ °С и в любой климатической зоне.

3. В процессе эксплуатации модульных зданий необходимо выполнять техническое обслуживание не реже 1 раза в год, а также рекомендуется перед летним и зимним сезонами.

4. В процессе эксплуатации модульных зданий необходимо ежедневно соблюдать чистоту и порядок помещений, поддерживать необходимую комнатную температуру и влажность внутри помещений, своевременно производить уборку снега с крыши и рядом с модульными зданиями в зимний период, про-

изводить плановые проверки систем пожаротушения и заземления.

5. При эксплуатации модульных зданий необходимо соблюдать правила пожарной безопасности.

6. В процессе эксплуатации запрещается вносить в конструкцию изменения, не согласованные с изготовителем, которые могут повлиять на условия эксплуатации модульного здания.

7. Разрешенная нагрузка на раму пола модульного здания из стандартных бытовых блок-контейнеров не должна превышать 200 кг на m^2 , нагрузки на дополнительную кровлю модульного здания регламентируются проектной документацией.

Использование подобной конструкции для фундамента на вечномёрзлых грунтах сильно облегчит строительство, для этой конструкции не требуется перевозка строительных материалов как, например, ленточные, свайные фундаменты, не нужно нанимать рабочих и платить им зарплату, и так далее. Подобные пространственные фундаментные конструкции лучше подходят для строительства на вечномёрзлых грунтах, чем обычные.

Литература:

1. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Методическое пособие: Актуализированная редакция СНиП 2.05.02–85 — Введ. 2013 — Москва, 2013. — 112 с — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095524>
2. ПДД РФ, 26. [Электронный ресурс]: Нормы времени управления транспортным средством и отдыха — Введ. Постановлением Правительства РФ от 20.12.2019 N 1733 — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/
3. Вечная мерзлота [Электронный ресурс]: <http://my.krskstate.ru/docs/climate/vechnaya-merzlota/>
4. Особенности инженерно-геологических изысканий в разных регионах России [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <http://www.geoygservis.ru/publishing/osobennosti-inzhenerno-geologicheskikh-izyskaniy-v-raznykh-regionakh-rossii/>
5. Методические указания по испытанию вечномёрзлых глинистых грунтов в полевых условиях. Методическое пособие: — Введ. 1969 — Москва — 136 с — Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294815/4294815112.htm>
6. Рекомендации по проектированию пространственных вентилируемых фундаментов на вечномёрзлых грунтах [Электронный ресурс]: Введ. 1985 — Москва — 39 с — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200085640>
7. СНиП 11–18–76 Методическое пособие: Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах. Нормы проектирования — Введ. 1977 — Москва — 49 с — Режим доступа: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4293849/4293849618.pdf>
8. СНиП 2.02.01–83 Методическое пособие: Основания зданий и сооружений — Введ. 1985 — Москва — 52 с — Режим доступа: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4294854/4294854684.pdf>
9. Цытович Н. А. Механика мерзлых грунтов. Учебное пособие М., <Высш. школа>, 1973. 448 стр.
10. Проектирование модульных зданий. Методическое пособие — Введ. 2018 — Москва — 136 с — Режим доступа: https://www.faufcc.ru/upload/methodical_materials/mp23_2018.pdf

Особенности проектирования отопления и вентиляции здания ледового дворца

Хомич Александр Петрович, студент магистратуры;
Смольников Степан Андреевич, студент магистратуры
Тюменский индустриальный университет

Проектирование инженерных систем спортивных сооружений — зачастую сложная, но интересная задача, для решения которой необходимо учитывать множество факторов. При этом подходы к кондиционированию спортивных сооружений для различных видов соревнований существенно различаются.

Ключевые слова: ледовой дворец, здание, отопление, вентиляция, проектирование.