Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Институт Строительства и Архитектуры
Кафедра «Архитектуры»

Допустить к защите

Рук. программы _____/ Мальцева И.Н./

(подпись) *(Ф.И.О)*

Направление 08.04.01 «Строительство»
Образовательная программа «Проектирование зданий по критериям устойчивого развития»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Магистрант _____Чапа Лозано Джексон Михаель_____

(Фамилия Имя)

Тема:

Интеграция средств формообразования и технологических приемов для создания комфортной среды в архитектуре малоэтажных жилых зданий

Руководитель _____/ Панкина М. В./
(подпись) *(Ф.И.О)*

Нормоконтроль _____/ Панкина М. В./
(подпись) *(Ф.И.О)*

Консультант _____/ Панкина М. В./
(подпись) *(Ф.И.О)*

Магистрант _____/Чапа Лозано Д. М./
(подпись) *(Ф.И.О)*

Екатеринбург, 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация 3

Введение 5

Глава 1. Анализ теоретических исследований в области создания комфортного микроклимата в архитектуре 9

1.1. Понятие комфортная среда и ее составляющие 9

1.2. Биоклиматические факторы 22

Глава 2. Технологии создания энергоэффективных зданий в соответствии с принципами устойчивого развития 25

2.1. Принципы устойчивого развития в архитектуре 25

2.2. Материалы и технологии дли поддержания теплового комфорта зданий 29

2.3. Технология для поддержания теплового комфорта 33

2.4. Зеленые технологии для производства электроэнергии в домашних условиях 35

2.5. Система растительности в тепловых характеристиках зданий 37

2.6. Анализ устойчивых зданий 40

2.6.1. Биомиметический дизайн. Фасадные системы……47

2.6.2. Традиционное жилье, общий подход к теплому климату. 48

2.7. Системы сертификации для устойчивых зданий 50

Глава 3. Разработка малоэтажного жилого комплекса в Бразилиа . 54

3.1. Анализ проектной ситуации 54

3.2. Проект малоэтажного модульного жилого комплекса 66

3.2.1. Архитектурно-функциональное решение……...67

3.2.2. Материалы 79

3.2. 3. Сертификация LEED 86

Заключение 89

Библиографические источники 91

Аннотация

Здания являются крупными потребителями энергии во всех странах. В неблагоприятных погодных условиях большая часть энергии идет на кондиционирование зданий. Эта нагрузка на кондиционирование воздуха может быть уменьшена многими способами; среди них выделяется правильная конструкция, выбор технологий и их компонентов. Это исследование направлено на изучение особенностей, которые способствуют проектированию жилого комплекса с критериями устойчивости для зон с теплым климатом. экологичные дома, которые способны создать комфортную среду, с инструментами, которые позволяют нам реализовать экономические и комфортные аспекты при вводе в эксплуатацию здания.

в этой работе описываются различные подходы и приложения в традиционном и moderna архитектурном дизайне, что приводит к набору параметров и правил, которые следует учитывать при планировании здания. Постулируется, что руководящие принципы проектирования включают принципы здоровой экосистемы и ландшафтного дизайна, превращая их в два момента, которые необходимо правильно понять, потому что они могут быть вектором для создания построенной среды, начиная от простого обслуживания в текущем сценарии и становясь неотъемлемым компонентом интеграции архитектуры и среды.

Ключевые слова: Комфорт, Технологии, устойчивость, Озеленение, теплый климат.

Abstract

Buildings are major energy consumers in all countries. In adverse weather conditions, most of the energy goes to the air conditioning of buildings. This load on air conditioning can be reduced in many ways; among them stands out the correct design, the choice of technologies and their components. This study is aimed at studying the features that contribute to the design of a residential complex with sustainability criteria for areas with a warm climate. eco-friendly houses that are able to create a comfortable environment, with tools that allow us to implement economic and comfortable aspects when commissioning a building.

This article describes various approaches and applications in traditional and moderna architectural design, which leads to a set of parameters and rules that should be taken into account when planning a building. It is postulated that the design guidelines include the principles of a healthy ecosystem and landscape design, turning them into two points that need to be properly understood, because they can be a vector for creating a built environment, starting from simple maintenance in the current scenario and becoming an integral component of the integration of architecture and environment.

Keywords: Comfort, Technology, sustainability, Landscaping, warm climate.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие построенной среды в направлении устойчивости на основе разработки здоровых и энергоэффективных технологий должно быть широко признано, в то время как рентабельность этих технологий должна поддерживаться такими субъектами, как правительства, фонды и предприятия. В целях повышения осведомленности об энергоэффективных строительных технологиях и популяризации практики сохранения среди жильцов в отношении автоматизации зданий, что будет способствовать более ориентированным на человека и экологически сознательным строительным инициативам [1]. Поддержание теплового комфорта для людей является одним из ключевых аспектов, связанных с общей концепцией комфорта, найденной в жизни и деятельности человека. Тепловой комфорт, наряду с визуальным комфортом, акустическим комфортом, защитой от электромагнитного излучения и качеством воздуха, учитывается для обеспечения надлежащего качества и устойчивости обитаемой среды [2].

Изучение условий окружающей среды внутри здания, начиная с первичных человеческих учреждений, в небольших группах, а затем в сообществах, было важным вниманием, которое строители уделяют созданию комфортного жилья. Изучение условий окружающей среды в многоквартирном доме становится отправной точкой этого исследования, тематического исследования, расположенного в городе Бразилиа столица Бразилии, с теплыми тропическими климатическими особенностями [3]. Эта ситуация выходит за рамки многих других районов других городов, где условия окружающей среды аналогичны характерные или названы в качестве жаркого тропического климата.

В Латинской Америке большинство жилищных проектов не учитывают аспекты теплового комфорта при проектировании. Согласно сертификации Leed, в этой части континента здания, имеющие эту сертификацию, предназначены для офисных зданий, 531 зарегистрированных проектов с

сертификацией LEED «лидерство в области энергетики и экологического дизайна» до декабря 2018 в Бразилии [4].

С помощью этой работы предполагается предложить стратегию устойчивого проектирования из проекта жилого использования, проектируемого здания, основанного на ASHRAE Standard 55, который определяет условия для приемлемых тепловых сред и предназначен для использования при вводе в эксплуатацию зданий и других занятых пространств [5]. Стандарт ISO-7730 содержит методы прогнозирования общего теплового ощущения и степени дискомфорта «теплового недовольства» людей, подвергшихся воздействию умеренных тепловых сред [6].

Актуальность темы. Конечная цель архитектурного проекта состоит в том, чтобы предоставить человеку удобные и здоровые пространства, создавая среду, которая способствует благополучию тех, кто населяет здание, исследуя комфорт, связанный с биоклиматическими устойчивыми темами, сочетая наводящие элементы архитектуры, основанной на экономике, и уважение к окружающей среде. Актуальность темы связана с большими затратами ресурсов и энергии на поддержание комфортного микроклимата в жилых зданиях. Это негативно сказывается на экологической ситуации в целом. Недостаточно изучен и используется в современном строительстве опыт региональной народной архитектуры в создании комфортного микроклимата

Объект исследования: Тепловой комфорт в малоэтажных зданиях

Предмет исследования: Архитектурные решения зданий, конструктивные, технологические приемы для обеспечения теплового комфорта в жарком климате Южной Америки.

Тема исследования: Интеграция средств формообразования и технологических приемов для создания комфортной среды в архитектуре малоэтажных жилых зданий.

Цель исследования: обобщить опыт проектирования и строительства зданий с биоклиматическими комфортными характеристиками, апробировать

методы и приемы создания энергоэффективных зданий на примере проекта малоэтажного жилого комплекса для тропических районов Южной Америки.

Задачи исследования:

- проанализировать и уточнить термины «комфортная среда», «тепловой комфорт», изменение их понимания в истории;
- рассмотреть принципы устойчивого развития с точки зрения проектирования зданий;
- проанализировать нормы и требования, регулирующие стандарты комфорта в здании;
- проанализировать опыт использования и эксплуатации теплоизоляционных материалов в сочетании с автоматизированными системами теплового контроля;
- определить роль, которую биоклиматический дизайн играет в формировании комфортной среды;
- исследовать современные тенденции биоклиматической архитектуры;
- разработать проект малоэтажного здания, адаптированный к жарким климатическим условиям.

Гипотеза. Комфортные условия здания зависят от погодных условий места, где оно построено. Тем не менее, технологии с архитектурным дизайном имеют возможность создавать удобные жилые помещения в районах, характеризующихся теплым климатом.

Методология исследования

- анализ теоретических источников по теме;
- обобщение эффективных приемов и методов проектирования для устойчивого и энергоэффективного жилья;
- исторический подход;
- системный подход в решении всех комплексных вопросов архитектуры и теплового комфорта;
- социологические исследования;

- графическое моделирование: 3D-модели малоэтажного жилого здания, которое затем будет передано другому программному обеспечению для измерения его климатических характеристик; оценка его эффективности в формировании комфортной и здоровой среды; тестирование его дизайна по параметрам сертификации LEED.

Библиографические исследования. Сбор соответствующей информации, которая позволяет получить знания и как можно больше данных о работе, которая должна быть разработана, с целью получения своевременных данных для достижения всех поставленных целей. Текст этой диссертации основан на обзоре литературы и представляет результаты исследований по здоровой внутренней среде и энергоэффективности. Это было достигнуто путем поиска в Интернете соответствующих научных статей в базах данных Web Science, Scopus и Google Scholar. Эти базы данных содержат статьи в рамках нашего обзора литературы.

Апробация. Статьи: Чапа Лозано Джексон. Региональные народные традиции в архитектуре: экологический аспект / Д. Чапа Лозано, М. В. Панкина // Культура и экология – основы устойчивого развития России. Безальтернативность зеленой стратегии: материалы IX Международного форума (Екатеринбург, 13–15 апреля 2021 г.) – Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2021.

Чапа Лозано Джексон. Механизмы и технологии для развития зданий в настоящем и будущем / // Культура и экология – основы устойчивого развития России. Культурное и природное наследие – ключевой ресурс социально-экономического развития: материалы X Международного форума (Екатеринбург, 13–15 апреля 2022 г.) – Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2022 (принята к печати).

Глава 1.
Анализ теоретических исследований в области создания комфортного микроклимата в архитектуре

1.1. Понятие комфортная среда и ее составляющие

При проектировании зданий удобство конечного пользователя является целью для различных применений. К ним относятся, например, тепловой комфорт, качество воздуха в помещении, визуальный комфорт, шумовой дискомфорт, эргономика и вибрация. Поскольку около 90% нашей жизни происходит в зданиях, существует тесная связь между комфортом и построенной средой, в течение десятилетий несколько исследователей пытались понять, как особенности построенной среды могут влиять на эмоции, поведение и физическое благополучие конечных пользователей. Однако сам комфорт зависит от множества факторов, которые, если их не решить должным образом, могут привести к дискомфорту. Кроме того, известно, что такой анализ требует единомышленников из гуманитарных, художественных, социальных наук, технологий, техники и медицины [7].

Тепловой комфорт обычно используется, чтобы указать, чувствует ли человек слишком жарко или слишком холодно по отношению к данной тепловой среде . Это концепция, которая привлекла внимание нескольких ученых и врачей и была определена в соответствии с тремя основными подходами: физиологическим, психологическим и рациональным подходом [8].

Согласно физиологическому подходу, тепловое восприятие человека обусловлено набором нервных импульсов, которые рождаются от тепловых рецепторов кожи и достигают гипоталамуса. Согласно психологическому подходу, тепловой комфорт - это «то психическое состояние, которое выражает удовлетворение тепловой средой» [5, 6]. Согласно рациональному

подходу, тепловое ощущение связано с тепловым балансом человеческого тела, а тепловой комфорт - это состояние, при котором тепло, выходящее из человеческого тела, уравновешивает тепло, поступающее в тело, а температура кожи и скорость потоотделения находятся в определенных диапазонах по метаболической активности человека [9]. Таким образом, термин «тепловой комфорт» используется для предоставления информации о тепловом состоянии человека или человека в данной среде.

Стандарты теплового комфорта необходимы, чтобы помочь проектировщикам зданий обеспечить климат в помещении, который жильцы здания найдут термически комфортным. Определение хорошего внутреннего климата важно для успеха здания не только потому, что оно сделает его обитателей удобными, но и потому, что оно определит его потребление энергии и, следовательно, повлияет на его устойчивость.

Комфортная температура является результатом взаимодействия между субъектами и зданием или другой средой, которую они занимают. Варианты ответа людей будут отражать их ситуацию: те, у кого больше возможностей адаптироваться к окружающей среде или окружающей среде к их собственным потребностям, с меньшей вероятностью будут страдать от дискомфорта. Основной переменной контекста является погода. Климат - это общее влияние на культуру и тепловые отношения любой группы людей и на дизайн зданий, в которых они живут. Хотя основные механизмы взаимоотношений человека с тепловой средой могут не меняться с климатом, существует ряд подробных способов, которыми люди зависят от климата, в котором они живут, и играют кумулятивную роль в их реакции на климат в помещении. Вторым важным контекстом почти всех обследований комфорта было здание, и характер здания и его услуги играют определенную роль в определении результатов обследования. Третий контекст-это время, в переменной среде, как и в большинстве зданий, жители будут реагировать на изменения в окружающей среде. Они сделают это, приняв меры, чтобы приспособиться к окружающей среде по своему вкусу, или изменив себя

«например, с позой или одеждой», чтобы приспособиться к окружающей среде. Это означает, что комфортная температура постоянно меняется. Величина этих изменений и скорость, с которой они происходят, являются важным фактором, если условия комфорта должны быть указаны правильно. В этом документе будут представлены результаты во всех этих областях и обсуждены последствия для разработки более устойчивых стандартов для внутреннего климата зданий [10].

Сократ (около 400 г. до н. э.) написал несколько мыслей о климатической пригодности домов, о том, как строить для обеспечения теплового комфорта. Витрувий (I век до н.) также писал о необходимости учитывать климат при проектировании зданий, по соображениям здоровья и комфорта, в своих 10 книгах по архитектуре описал концепции и закономерности, предполагающие дизайнерские решения, которые до сих пор упоминаются в образовании всех архитекторов [11]. Тем не менее, до промышленной революции, тепловой комфорт был в значительной степени теоретическим вопросом, и как таковой редко применяется на практике, так как было очень мало инструментов, доступных для воздействия на него внутренней среды. Когда холод был зажжен костер, чтобы согреть комнату, когда было жарко использование ручных вентиляторов, чтобы охладить место. Технология отопления улучшилась в конце восемнадцатого века, а в двадцатом веке механическое отопительное оборудование стало решением проблем комфорта. С помощью этих методов люди делали возможным перегрев зимой или чрезмерное охлаждение летом. Во время и после войны исследовательская деятельность возросла до такой степени, что направления исследований стали довольно расходящимися в рамках не только техники, но и во многих установленных дисциплинах от физиологии до географии и климатологии [12].

Формальное изучение теплового комфорта началось в первые десятилетия двадцатого века с новаторской работы Gagge AP. для решения конкретных проблем стресса людей на их рабочих местах. Послевоенный

период и семидесятые годы с Fanger P. O. и другими исследователями отметили исследование как настоящую дисциплину [13].

В 1936 году исследования Gagge AP. помогли определить область изучения энергетических обменов между человеческим телом и окружающей средой, применение которых имеет последствия для здоровья и безопасности труда, в военной области, в освоении космоса и в проектировании зданий[14]. Это послужило основой для изучения энергетических обменов между телом и окружающей его средой. Впоследствии P. O. Fanger изучил взаимосвязь между физическими параметрами окружающей среды, физиологическими параметрами людей и их восприятием теплового благополучия; он представил таблицу с семиуровневой шкалой для оценки теплового комфорта [15].

таблица 1.

Семиуровневая шкала теплового ощущения

Значение	Ощущение
3	Очень жарко
2	Жаркий
1	Немного жарко
0	Нейтральный
-1	Слегка свежий
-2	Прохладный
-3	Холодный

Разработка. автор
Источник [5]

Что такое комфорт. Концепция комфорта используется для выявления ситуаций, которые вызывают чувство комфорта и физического и психического благополучия. Архитектурно это относится к экологическим обстоятельствам, некоторые из которых могут быть даже абстрактными, такими как чувство безопасности, тишина и правильная температура [16]. Комфортный дом-это энергоэффективный дом, предназначенный для сохранения всех потребляемых ресурсов, в том числе не нарушая равновесия между человеком и природой [17].

Комфорт субъективен и зависит от возраста, пола, культуры и того, кто оплачивает счет. На практике дизайнеры стремятся обеспечить приемлемые условия для большинства пользователей. Обычные стандарты комфорта, такие как стандарты ASHRAE Standard 55-2010 и ISO 7730, основаны на исследованиях, проведенных в климатических лабораториях. Полевые исследования показывают, что лабораторные прогнозы могут быть не совсем надежными, потому что они не учитывают адаптивные реакции людей «например, снятие куртки или закрытие жалюзи» или их потребность в некотором разнообразии в их среде [18].

Что такое тепловой комфорт. Тепловой комфорт можно определить как чувство благополучия в отношении температуры. Это зависит от достижения баланса между теплом, которое вырабатывает организм, и потерей тепла в окружающей среде. Этот термин используется для описания удовлетворительной, свободной от стресса тепловой среды в зданиях и, следовательно, является социально определенной концепцией, определяемой нормами и ожиданиями. Что касается внутреннего теплового комфорта, то в зависимости от климата, времени года и культуры существуют большие различия. Эти ответы и действия, а также образ жизни и убеждения, которые они породили, гарантировали, что человеческая раса может выжить почти во всех самых разнообразных средах, найденных по всей планете [19].

Согласно исследованию [20], есть три причины, чтобы понять важность теплового комфорта:

- Обеспечить удовлетворительное состояние для людей,
- Для контроля энергопотребления зданий
- Предлагать и устанавливать стандарты теплового комфорта

Что такое комфорт света. Свет считается стратегией в архитектурном дизайне, поскольку критерии для проникновения света в дом определяются для обеспечения надлежащего освещения и предотвращения бликов. Во многих предыдущих работах сообщалось, что неадекватные условия

освещения могут привести к проблемам с бликами, визуальному дискомфорту, негативному воздействию и другим проблемам со здоровьем и поведением у жильцов здания, чтобы уменьшить неблагоприятные последствия визуального дискомфорта для арендаторов [21] . В образовательных зданиях эффективный дизайн дневного света оказывает значительное влияние на визуальный комфорт, благополучие и производительность учащихся, предлагая значительные преимущества для снижения энергопотребления освещения [22].

Комфорт света не обязательно заключается в том, чтобы обеспечить наибольшее проникновение света во внутренние пространства, а скорее максимально использовать его, что иногда может означать перенос его в интерьеры хозяйственных построек или блокирование доступа света. Поэтому все решения должны основываться на потребностях каждого пространства и контексте, в который они вставлены [23].

Стандарт комфорта – Нормативный. Стандарты предназначены для того, чтобы предложить промышленности и широкой общественности повторяемый и сопоставимый метод, который служит для проверки того, достигнута ли конкретная цель. Создание стандартов определяется необходимостью технического руководства. Как правило, стандарты продвигаются и обновляются намного быстрее, чем нормативные. Впоследствии это правила, как только нормы уже приняты в профессиональном сообществе, которые опираются на них при разработке своих правил. Затем будут изучены три международных стандарта, которые в наибольшей степени влияют на тепловой комфорт внутри зданий: ASHRAE 55 «American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers», ISO 7730 «International Organization for Standardization», EN 15251 в Европе, акторы, определяющие климат из одного места.

ASRHAE 55:2010 «Termal environmental conditions for human occupancy»[1]: Термальные условия окружающей среды для проживания человека. Цель этого стандарта, как указано в нем, состоит в том, чтобы указать комбинацию экологических и личных тепловых факторов, которые создадут приемлемые экологические тепловые условия для большинства жителей дома. Стандарт количественно определяется как шесть факторов окружающей среды, которые влияют на условия теплового комфорта. Хотя эти факторы меняются со временем, стандарт указывает, что он нацелен только на тепловой комфорт в статических состояниях. По этой причине пользователи зданий, спроектированных на основе этого стандарта, могут не чувствовать восприятие теплового комфорта сразу же занимают пространство, так как предыдущие воздействия или действия могут влиять на восприятие комфорта в течение часа.

Вероятно, большая новость, которую представляет этот стандарт, - это дифференциация условий, необходимых для теплового комфорта между механическими кондиционерами и естественными кондиционерами. Таким образом, он поднимает два разных метода в зависимости от того, какой тип здания является предметом. Метод определения приемлемых тепловых условий в зданиях с механическим отоплением основан на расчете:

- Пределы рабочей температуры
- Влажность
- Скорость воздуха
- тепловое недовольство

стандарт предлагает два режима для расчета пределов рабочей температуры на основе заданных значений влажности, скорости воздуха, скорости

[1] Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy: https://arco-hvac.ir/wp-content/uploads/2015/11/ASHRAE-55-2010.pdf

метаболизма и количества одежды. Во-первых, использование следующих счеты (см. рис 1).

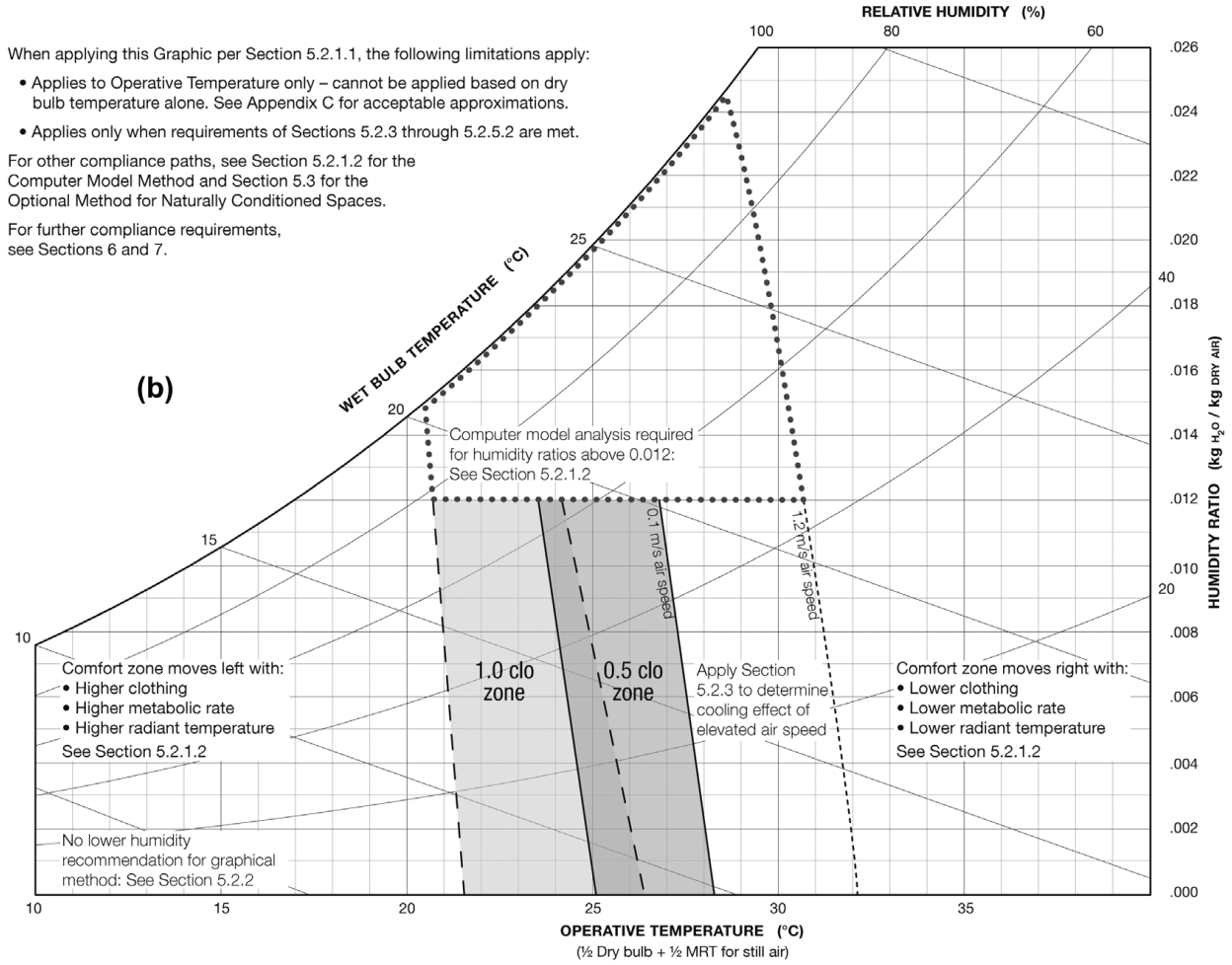


Рисунок 1. Метод графической зоны комфорта: Допустимый диапазон рабочей температуры и влажности для помещений, которые соответствуют критериям, указанным в разделе 5.2.1.1 (1.1 met; 0,5 и 1,0 clo)
Фото с сайта. https://arco-hvac.ir/wp-content/uploads/2015/11/ASHRAE-55-2010.pdf

Clo = Единица измерения, используемая для выражения теплоизоляции, обеспечиваемой предметами одежды, где 1 clo = 0.155 m2·°C/W «0.88 ft2·h·°F/Btu».

met: Единица измерения, используемая для описания энергии, вырабатываемой внутри тела в результате метаболической активности, определяемая как 58,2 W/м2 «18,4 Btu/h· ft2», что равно энергии, вырабатываемой на единицу площади поверхности среднего человека, сидящего в состоянии покоя. Площадь поверхности среднего человека составляет 1,8 м2 «ft 2».

PMV = прогнозируемое среднее количество голосов: индекс, который предсказывает среднее значение голосов большой группы людей по семибалльной шкале тепловых ощущений.

PPD = Прогнозируемый процент недовольных: индекс, который задает количественный прогноз процента людей, недовольных температурой, определяемый на основе PMV.

Эта иллюстрация 1. он представляет значения скорости метаболизма от 1 до 1, 3 met, количество одежды от 0, 5 до 1 CLO и скорость воздуха менее 0, 2 м / с. Диапазоны рабочих температур получены для процентного удовлетворения 80%. 20% неудовлетворенных соответствуют 10% общей неудовлетворенности тела по критерию комфорта, основанному на индексе PMV-PPD «на рисунке мы видим, как рассчитываются значения для PMV 0, 5», и еще 10% - по тепловой неудовлетворенности . Факторы теплового недовольства рассматриваются:

- асимметричная лучистая температура,
- воздушный поток,
- тепловая стратификация,
- температура поверхности почвы
- изменение температуры с течением времени.

Для каждого из этих факторов стандарт указывает способ расчета их эффектов, которые очень похожи на те, которые используются в ISO 7730.
Для зданий с естественной вентиляцией стандарт предлагает другую модель для определения требований к тепловому комфорту. Это адаптивная модель. Чтобы использовать этот метод, пространство должно соответствовать следующим параметрам. Жильцы должны контролировать системы кондиционирования воздуха, а тепловые условия здания должны регулироваться главным образом посредством управления окнами. Поэтому помещения должны быть оборудованы рабочими окнами. Механическая вентиляция может использоваться без воздушного охлаждения. Этот метод

применяется только тогда, когда обитатели ведут сидячий образ жизни, со скоростью метаболизма от 1 до 1, 3 мет. Кроме того, это указывает на то, что пользователи должны иметь свободу адаптировать свою одежду в зависимости от погоды внутри и снаружи (см. рис 2).

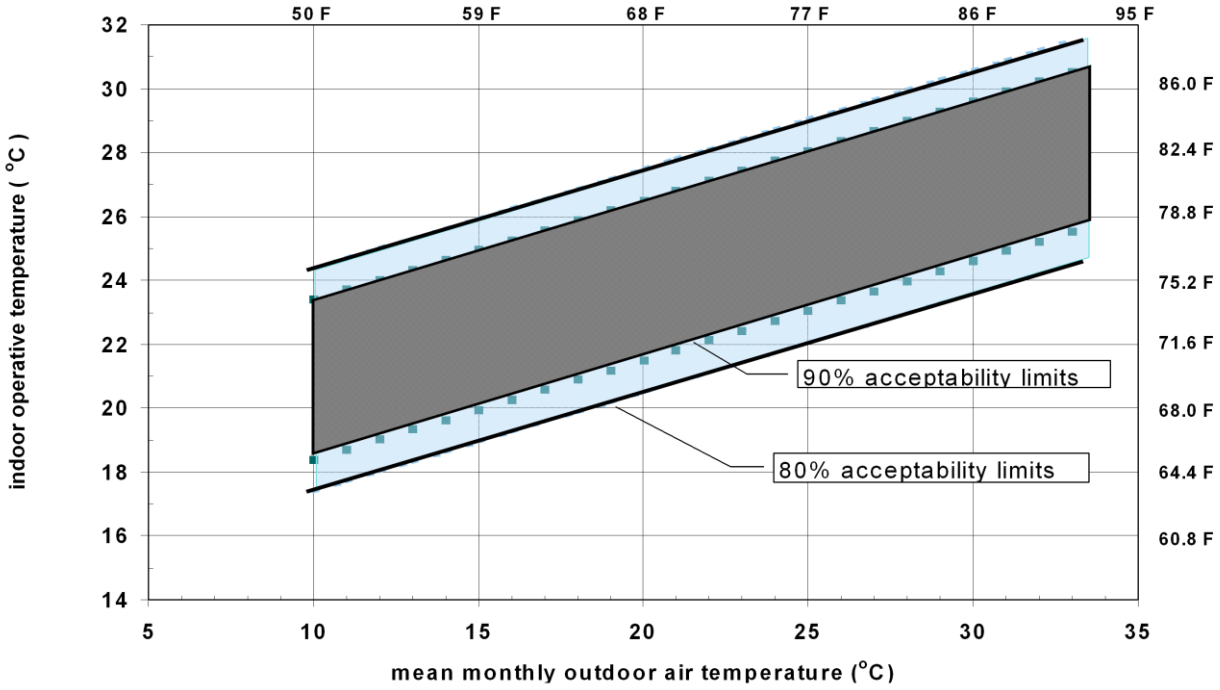


Рисунок 2. Допустимые диапазоны рабочих температур для зданий с естественной вентиляцией
Фото с сайта: https.//arco-hvac.ir/wp-content/uploads/2015/11/ASHRAE-55-2010.pdf

Допустимая рабочая температура для пространств, применяющих этот критерий, должна быть определена с помощью приведенного выше графика. Он включает в себя два верхних предела и два нижних предела рабочей температуры. Они соответствуют коэффициенту принятия 80 и 90%. В стандарте подчеркивается, что рабочая температура не может быть экстраполирована за пределы, наблюдаемые на графике (См. рис 2), 10ºC у 33.5ºC.

ISO 7730 «International Organization for Standardization»[2] **Международная организация по стандартизации** В рамках стандарта мы можем прочитать, что это: международный стандарт, в котором представлены методы прогнозирования общего теплового ощущения и степени несоответствия людей, подвергающихся умеренному тепловому климату. Это позволяет аналитически определять и интерпретировать тепловой комфорт с использованием тепла PMV и PPD в дополнение к критериям локального комфорта, учитывая условия, которые считаются приемлемыми для общего теплового комфорта, а также для местного дисконфорта.

Как можно понять непосредственно из сферы действия нормы и затем подтвердить в ее разработке, цель нормы состоит не в том, чтобы ограничить условия окружающей среды в пространстве, а в том, чтобы нормализовать метод, основанный на модели теплового баланса Фангера, чтобы получить процент, удовлетворенный этими условиями. Правда в том, что этот процесс всегда можно сделать в обратном порядке, основываясь на результате, который вы хотите получить, и оставляя в качестве переменной нужный параметр.

UNE-EN 15251:2007 «*Параметры внутренней среды, которые следует учитывать при проектировании и оценке энергоэффективности зданий, включая качество воздуха в помещениях, тепловые условия, освещение и шум* **»**[3] Этот стандарт специфичен для внутренних экологических критериев, которые влияют на энергоэффективность. Стандарт не предназначен для

[2] Эргономика тепловой среды-Аналитическое определение и интерпретация теплового комфорта путем расчета индексов PMV и PPD и местных критериев теплового комфорта.
https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:7730:ed-3:v1:en

[3] UNE – EN 15251:2007 Этот стандарт специфичен для внутренних экологических критериев, которые влияют на энергоэффективность. Стандарт не предназначен для достижения комфорта, но для калибровки и оценки систем должны быть назначены значения рабочей температуры и диапазоны комфорта.
https://store.uni.com/catalogo/en-15251-2007?josso_back_to=https://store.uni.com/josso-security-check.php&josso_cmd=login_optional&josso_partnerapp_host=store.uni.com#:~:text=Sommario%20%3A%20%2D%20This%20European%20Standard%20specifies,design%20and%20energy%20performance%20calculations.

достижения комфорта, но для калибровки и оценки систем должны быть назначены значения рабочей температуры и диапазоны комфорта.

Метод расчета рабочей температуры вводится в пункте 6.2 стандарта, называемого тепловой средой. Как и в случае со стандартом ASHRAE, этот стандарт также различает здания с механическим отоплением и здания без механического охлаждения, применяя две разные методологии.

В первом случае, в случае зданий с механическим отоплением, указывается, что критерии тепловой среды должны основываться на мерах теплового благополучия PMV-PPD с уровнями активности и теплоизоляцией одежды «летом и зимой», как указано в стандарте ISO 7730. Поэтому он напрямую использует ту же методологию. Кроме того, как и в ISO 7730, этот стандарт определяет три типа категорий, в данном случае I, II, III и IV, однако на этот раз эта дифференциация не соответствует только соображениям физических факторов, влияющих на комфорт, но и добавляет критерий теплового ожидания.

Таблица 2: Категории и объяснение уровня ожиданий теплового комфорта

Категория	**Объяснение**
I	Высокий уровень ожидания, рекомендуется для помещений, занятых слабыми и чувствительными людьми с особыми требованиями, такими как дети с ограниченными возможностями, больные, очень маленькие и пожилые люди
II	Нормальный уровень ожидания; должен использоваться для новых и отремонтированных зданий
III	Приемлемый и умеренный уровень ожидания; может использоваться в существующих зданиях
IV	Значения вне критериев вышеуказанных категорий. Эта категория должна приниматься только в течение ограниченной части года.

Источник [24]
Разработка. Автор

В отличие от стандарта ISO 7730, эти категории также используются в зданиях без механического охлаждения. Для этих зданий указано, что если у них была система отопления зимой, они должны использовать этот первый

метод. Это также указывает на то, что в теплое время года можно использовать тот же или второй метод, который учитывает различные ожидания жителей здания и его адаптацию к тепловым условиям. Он добавляет, что уровень адаптации и ожидания тесно связаны с внешними климатическими условиями.

Как мы видели, стандарт ориентирован на размеры систем, поэтому о типе зданий он говорит: «Летние температуры в основном используются для проектирования пассивных положений теплового контроля (например, защита от солнца, теплоемкость здания, макет, ориентация и открытие окон и т. д.), Чтобы предотвратить перегрев здания»[4]

Как и стандарт ASHRAE 55, он устанавливает условия для использования этого метода. Офисные здания и другие здания аналогичного типа, используемые в основном для сидячей деятельности «от 1 до 1, 3 мет», в основном жилые помещения, где есть легкий доступ к функционирующим окнам, и жильцы могут свободно адаптировать свою одежду к внешним или внутренним тепловым условиям. Температурные ограничения применяются только тогда, когда тепловые условия в помещениях сначала регулируются жильцами вручную, открывая и закрывая окна. По отношению к пределам теплового недовольства каждая из категорий соответствует другому пределу. Однако эти значения появляются в стандарте, ссылаясь на механически акклиматизированные здания, не определяя, исключает ли это естественно вентилируемые здания.

таблица 3: Примеры рекомендуемых категорий для проектирования зданий с механическим отоплением и охлаждением

Категория	**Тепловое состояние тела в целом**	
	PPD%	Ожидаемое среднее голосование
I	< 6	-0,2 < PMV < + 0,2
II	< 10	-0,5 < PMV < + 0,5
III	< 15	-0,7 < PMV < + 0,7
IV	> 15	PMV<-0,7; or +0,7<PMV

Источник. [24]
Разработка. Автор

[4] EN 15251:2006 (E): https://www.sysecol2.ethz.ch/OptiControl/LiteratureOC/CEN_06_prEN_15251_FinalDraft.pdf

Что касается теплового неудовлетворения, стандарт гласит следующее: при проектировании здания и систем необходимо учитывать критерии локального теплового отключения, такие как токи, асимметрия лучистой температуры, вертикальная разность температуры воздуха и температура поверхности земли HVAC «отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Эти критерии не включены в этот стандарт, но могут быть найдены в ISO 7730 или национальных кодах.

1.2. Биоклиматические факторы

Величины, которые определяют место, которое определяет наш климат от физических условий, влияют и изменяют поведение каждого из элементов климата [25]. Такие как:

- **Высота** – это расстояние, измеренное любой точкой на поверхности земли, с учетом среднего уровня моря, выраженного в метрах «m. s. n. m)» Следует отметить, что метры над уровнем моря являются мерой, используемой почти во всем мире, за исключением Америки с Севера и Великобритании; где используется мера, называемая «Foot», равная 30,48 сантиметров. Высота влияет на климат места, обратно пропорционально температуре, то есть на большей высоте температура падает. Важно учитывать высоту, где она построена, в местах с более низкими температурами пролеты должны быть меньше.
- **Долгота** относится к расстоянию любой точки поверхности земли от нулевого меридиана или Гринвичского меридиана, который делит землю на Восточное полушарие «запад» и западное полушарие «восток». Понятие долготы почти всегда связано с понятием широты, потому что эти две величины необходимы для определения координат места.
- **Широта** – это расстояние между любой точкой земной поверхности относительно Экватора или нулевой параллели, выраженное в градусах «2°». Параллели представляют собой воображаемые линии,

перпендикулярные земной оси, которые делят землю на две большие зоны: Северное полушарие и Южное полушарие. Этот фактор определяет частоту солнечных лучей, которые, в свою очередь, определяют температуру, которую получает определенная точка на планете. Таким образом, это важный аспект для ориентации стен, окон и потолков.

- **Рельеф** – это, что известно как изменения, которые представляет земная кора. Земная поверхность не является подобным слоем, но представляет собой неравномерный, множественный ландшафт, как невооруженным глазом, так и наблюдаемый из космоса. Совокупность этих различных образований называется "рельефом". Этот фактор является ключевым, поскольку он определяет воздушные потоки, их растительность, инсоляцию места, например, плоский участок подвергается большему воздействию солнечной радиации и ветров места, в то время как область с горным рельефом создает зоны опустошения и микроклимат.

Биоклиматические факторы. Аспекты, связанные с комфортом, зависят от солнечной радиации, вентиляции, одежды, затененных помещений и защиты от дождя. Стратегии для различных критериев комфорта будут зависеть от способности действовать по этим критериям. Некоторые выявленные стратегии связаны с ориентацией, городской плотностью, геометрией здания, внутренней пространственной конфигурацией здания, растительностью, одеждой, защитными элементами и проницаемостью [26].

Применение биоклиматических принципов является критическим фактором снижения потребления энергии и выбросов CO 2 в строительном секторе. Биоклиматический дизайн использует соответствующие технологии и принципы проектирования, основанные на рефлексивном подходе к климату и окружающей среде. Биоклиматический дом включает в себя проектные ресурсы, которые позволяют использовать благоприятные климатические условия и природную среду, обеспечивая при этом защиту от неблагоприятных последствий экстремальных условий. Таким образом, Разработка архитектурного проекта должна по-прежнему преследовать два

аспекта: анализ климатических характеристик места и требований к комфорту и благополучию жителей для создания энергоэффективных зданий с формальным и технологическим выражением, соответствующим контексту. В отличие от классического подхода к дизайну, где управление внутренними условиями зависит от искусственной системы кондиционирования воздуха для вентиляции и охлаждения, биоклиматический дизайн позволяет модифицировать и улучшать внутренний и внешний микроклимат самого архитектурного дизайна, поэтому он включает и играет исключительно с дизайном, архитектурными элементами, морфологией здание, ориентация, группировка, материалы, цвета, размер пролета, пейзаж и другие переменные дизайна [27].

ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ В СООТВЕТСТВИИ С ПРИНЦИПАМИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

2.1. Принципы устойчивого развития в архитектуре

Архитектура и строительство – это деятельность, которая способствует социально-экономическому развитию страны. Но в то же время, архитектура и строительство, создают воздействие на природную среду, экономику и общество на протяжении жизненного цикла здания или работа построена через оккупации пространства и ландшафта, добыча ресурсов и производство отходов и загрязнение окружающей среды (см. рис 3) [28].

Рисунок 3. Воздействие строительства на окружающую среду
Разработка: Автор Источник:[28]

Попытка дать точное и дифференцированное определение концепции устойчивого развития до сих пор была сложной задачей из-за большого количества значений, которые эта концепция придумала с помощью различных подходов, примерами которых являются экономические потоки,

идеологическая политика и, прежде всего, социальные и экологические. Библиография, которая пытается определить концепцию устойчивого развития, была обширной, например [29], Воспринимает ее как общую концепцию с применимостью в различных областях, что делает ее широко принятой и широко обсуждаемой. Определения затрагивают различные темы, такие как планирование, архитектура, этика, бизнес, сельское хозяйство и психология, концепции устойчивого развития сумели сойтись вокруг трех основных целей устойчивого развития: окружающая среда, социальная и межпоколенческая справедливость и экономическое развитие (см. рис 4) [30].

Устойчивое развитие - это тот, который отвечает потребностям настоящего, не ставя под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности [31]. Он включает в себя несколько характеристик, таких как высокая производственная мощность, определяемая сложной структурой конкурентного производства и способная поддерживать развитие, эффективность и использование природных ресурсов для предотвращения их исчезновения и даже повышения уровня жизни или благосостояния людей [32].

Рисунок 4. Сферы влияния устойчивого развития
Источник: [33]

Устойчивая Архитектура. Концепция «Устойчивого развития» напрямую связана с концепцией «устойчивого развития населенных пунктов и охраны окружающей среды», которая направлена на улучшение условий жизни людей. В этом контексте термин «устойчивое развитие в архитектуре» представляет собой способ разработки, управления и реализации архитектурного проекта путем рационального и надлежащего использования природных и культурных ресурсов этого места с целью минимизации их воздействия на окружающую среду в природном и культурном контексте этого места. Он бросает вызов архитектурному дизайну на нескольких уровнях. Во-первых, «управление ресурсами» минимизация негативного воздействия зданий на окружающую среду путем повышения эффективности и смягчения использования материалов, энергии и пространства для развития. Во-вторых, «дизайн жизненного цикла» разработать меры по связыванию формы и адаптации дизайна к сайту, региону и климату. Третий «дизайн для человека и окружающей среды» - это установление гармоничных и прочных отношений между жителями и их окружением в зависимости от формы или объема здания. Короче говоря, устойчивая архитектура должна быть хорошо построена, проста в использовании и красива [34].

Устойчивая архитектура – это больше, чем требование в архитектурном проекте. Это способ разумно представить архитектурный дизайн, используя природные ресурсы с наименьшим возможным воздействием на окружающую среду в процессах добычи и обработки материалов, строительства, использования и сноса зданий. С этой точки зрения устойчивая архитектура направлена на минимизацию негативного воздействия зданий на окружающую среду за счет эффективности и умеренности в использовании материалов энергия и пространство развития. Принимая во внимание: занятие пространства и ландшафта, добыча ресурсов и образование отходов в строительстве и жизненном периоде здания, также называемом жизненным циклом. Архитектура и строительство, как деятельности социально-экономического развития страны на окружающую среду экономики и

общества на протяжении жизненного цикла строительства или строительства с помощью развития пространства и ландшафта, добыча ресурсов и производство отходов и загрязнение окружающей среды [28]. Принципы устойчивой архитектуры включают в себя учет и защиту местных климатических условий, гидрографии и экосистемы окружающей среды; эффективность строительных материалов; сокращение потребления энергии для отопления, охлаждения, освещения, транспорта и другого оборудования, возобновляемых источников энергии; сводя к минимуму общий энергетический баланс здания. Этот процесс охватывает все этапы строительства: концепцию, строительство, использование и конец его срока службы; удовлетворить требования теплового комфорта, здоровья, освещения и пригодности для жизни (см. рис 5) [35].

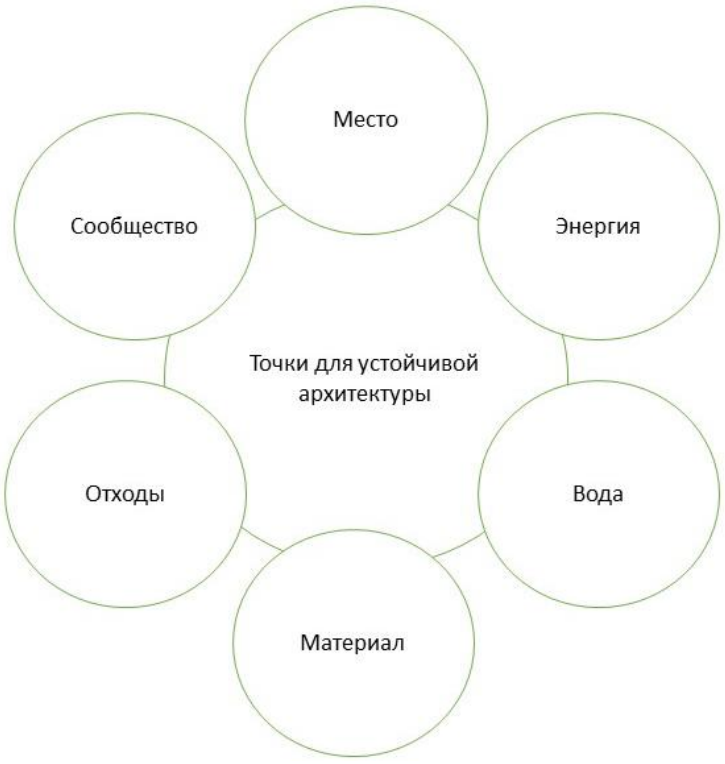


Рисунок 5. Пункты о подходе к устойчивой архитектуре
Источник: [36]

Устойчивые Здания. Согласно [36], устойчивые здания могут быть определены как те здания, которые оказывают минимальное неблагоприятное воздействие на построенную и естественную среду, с точки зрения самих

зданий, их непосредственной окружающей среды и более широкой региональной и глобальной среды. Цели для устойчивых зданий:

- энергоэффективность, включая сокращение выбросов парниковых газов;
- предотвращение загрязнения, улучшение качества воздуха в помещении и снижение шума внутри здания;
- согласование с окружающей средой «включая экологическую оценку;
- комплексные и систематические подходы «включая систему рационального природопользования.

Развитие устойчивого строительства подразумевает внимание на сокращение отходов от разработки проекта через структуры эффективные, основанные на характеристиках материала, которые предотвращают выпадение и способствуют критериям переработки и повторного использования материалов, структур, которые экономят или производят больше энергии, чем потребляют в течение всего жизненного цикла здания, начиная от производства сырья, материалов и комплектующих, энергозатрат и строительство на месте. Сокращение выбросов CO2 в атмосферу и эффективное управление производимыми отходами «например, отходами, образующимися в результате сноса и демонтажа», что способствует использованию высокотехнологичных материалов. Поощрять использование местных трудовых ресурсов и материалов, тем самым экономя и снижает транспортные расходы; среди других [37].

2.2. Материалы и технологии дли поддержания теплового комфорта зданий

При проектировании устойчивых зданий кондиционирование воздуха здания обусловлено нагрузками на охлаждение и отопление. Таким образом, производительность фасада в основном сосредоточена на ограничении потока тепла в здания. Теплопроводность является одним из основных механизмов

передачи, способствующих притоку тепла, что приводит к высоким эксплуатационным расходам, неудобствам для пассажиров. Однако это можно контролировать с помощью теплоизоляционных материалов и обеспечения непрерывности тепловых барьеров вдоль облицовки здания [38].

Поэтому. Теплоизоляция зданий представляет собой ключевую возможность в энергосбережении. Растет интерес к новым изоляционным материалам, которые включают переработанные и устойчивые типы. Рациональное использование изоляционных материалов в зданиях, не только уменьшает потребление энергии, но также уменьшает выбросы парниковых газов и обеспечивает лучшее тепло крытый комфорт. В исследовании, проведенном [39], Они обрабатывают натуральные изоляционные материалы, такие как овечья шерсть, козья шерсть и конский волос, для использования теплоизоляции в зданиях, получая положительные результаты, которые показывают более высокую эффективность по сравнению с обычными изоляционными материалами и, следовательно, влияют на улучшение окружающей среды. В исследовании, проведенном [40]. Овечья шерсть используется в качестве натурального изоляционного материала со многими преимуществами, такими как простота в обращении без потенциальных рисков для здоровья, простота повторного использования и повторного использования и способность к самоочистке, а также отличные акустические свойства этого материала (См. рис 6). Изменения температуры, при которых проводились эти исследования, варьируются от 45 °C летом до-40°C зимой.

Наиболее широко используемыми биологическими материалами для жилой теплоизоляции являются древесина, солома, конопля, кукуруза, пробка, стекловолокно, минеральная вата, целлюлоза, полиуретан, полистирол, рисовая шелуха и гранулированная резина, хотя древесина является наиболее развитой и способный конкурировать с традиционными изоляционными материалами, все чаще используются другие материалы, такие как целлюлозная шерсть или конопляный бетон. В исследовании, проведенном [41] они используют биологические материалы для образования соединения

на основе термопластичного связующего из возобновляемых ресурсов и укрепления агрегатов конопли и початков кукурузы. Им удалось получить благоприятные результаты в пользу теплопроводности материала, то есть композиты на основе конопли имеют лучшие условия теплоизоляции по сравнению с композитами из кукурузного початка.

Рисунок 6. Фотографии овечьей шерсти и ее использование в строительстве зданий
Источник. [40]

Для оценки макулатуры проведен эксперимент [42] они оценили новый био-композит на основе переработанной бумаги в качестве мелкой засушливой и извести в качестве матрицы композита, исследователи оценили физические, механические, термические и морфологические характеристики био-композита, чтобы определить объемную плотность, открытую пористость, водопоглощение, скорость импульса ультразвук, прочность на изгиб и сжатие и теплопроводность. Результаты показали, что новый материал на основе извести и переработанной бумаги обладает хорошими механическими свойствами как при изгибе, так и при сжатии.Кроме того, его можно квалифицировать как теплоизоляционный конструкционный материал для зданий, связанный с низкими значениями теплопроводности, которые представляет эта комбинация био-композита.

Что касается интеллектуальных материалов «Smart materials», материалы с фазовым сдвигом или «PCM» могут быть полезны в качестве успешного средства хранения тепловой энергии в различных областях применения. PCM продемонстрировали заметное улучшение

энергосбережения и теплового комфорта зданий в теплых местах, материалы с фазовым сдвигом хранят энергию в виде скрытого тепла в течение короткого температурного интервала. Материалы с фазовым сдвигом поглощают или отдают тепло, когда они достигают температуры фазового сдвига, то есть когда они переходят из твердого состояния в жидкость или наоборот, соответственно. Во время фазового сдвига температура остается постоянной, и материал продолжает поглощать энергию. Именно это свойство позволяет применять их в зданиях, пассивно повышая их энергоэффективность, и они являются недорогими материалами [43].

Рисунок 7. Прототип с материалами «PCM» для измерения его теплоемкости
Источник: [44]

В исследовательской статье [44] они экспериментировали с тепловым поведением тонкой строительной оболочки, встроенной в PCM, в суровом теплом климате южного иракского города аль-Амара. Были построены и испытаны два идентичных прототипа, один с PCM и один эталонный (см. рис. 7) PCM были изготовлены из парафинового воска с температурой плавления от 40° C до 44° C. В своих описаниях они заключают, что устройство, построенное с использованием PCM, значительно улучшило тепловые характеристики помещения PCM по сравнению с эталонным помещением в жаркие часы, однако тепловые характеристики не достигли оптимальных значений для обеспечения комфорта в жилых помещениях из-за экстремальных погодных условий.

2.3. Технология для поддержания теплового комфорта

Экологические технологии - это технологии, которые защищают окружающую среду, меньше загрязняют окружающую среду, используют все ресурсы более устойчивым образом, перерабатывают большую долю отходов и продуктов и обрабатывают остаточные отходы более приемлемым образом, чем обычные технологии [45].

Пассивные энергоэффективные технологии. Целью пассивных технологий является обеспечение приемлемого внутреннего теплового комфорта жилья с минимальным спросом и затратами на энергию, основная идея концепции пассивных домов заключается в улучшении тепловых характеристик конверта до уровня, при котором система отопления может быть очень простой, [46]. Пассивные бытовые технологии, включая рекуперацию тепла и вентиляционное охлаждение, предварительный нагрев / охлаждение свежего воздуха.

Согласно исследованию [47] Пассивные домашние технологии включают в себя:

Хранение тепла: как правило, технология пассивного отопления, используемая для обеспечения тепловой энергии, включает в себя прием тепла из теплицы в течение дня для хранения в тепловом хранилище. Это тепло используется ночью в соответствии с теплом, требуемым в теплице. Система использует хранение воды, материалы с фазовым изменением, фасады и тепловые завесы.

Тепловой солнечный коллектор: солнечный свет имеет тепловую энергию, вырабатываемую 47% «длины волны onda IR»[5] генерируемой солнечным светом, который может использоваться непосредственно или

[5] инфракрасное излучение. часть электромагнитного спектра простирается от красного или длинноволнового конца диапазона видимого света до микроволнового диапазона

https://www.britannica.com/science/infrared-radiation

впоследствии. Таким образом, несколько модулей солнечных тепловых коллекторов построены и оптимизированы для производства как можно большего количества тепловой энергии, которая будет выделяться для обогрева теплиц в течение ночи или зимы.

Ловец ветра: это система контроля ветра или вентиляции зданий. Ветер обычно улавливается с крыши, а затем каскадом по всей комнате здания. Функция датчика ветра заключается в снижении температуры внутри здания путем подачи свежего воздуха с крыши здания «пассивное охлаждение». Он полностью механический, поэтому для работы не требуется электричество. Кроме того, это экологическая система, которая широко используется в странах Ближнего Востока для обеспечения немедленной циркуляции воздуха в здании.

Закрытая концепция: закрытая теплица – это концепция без вентиляционного окна, и избыточное тепло, как в виде чувствительного, так и скрытого тепла, собирается и хранится для удовлетворения спроса на отопление в более позднее время.

Пассивное солнечное отопление: В этой области предлагаются различные решения, потому что энергия может быть захвачена любой частью облицовки здания, включая пол, стены, крышу и особенно отверстия. Последние могут допускать попадание излучения в то время, когда это необходимо, и предотвращать его выход из здания, используя, например, надлежащие столярные изделия и витражи. Большие окна на южном фасаде пассивного дома имеют большое значение для обогрева пространства здания. (См. рис 8) показан пример тента в теплых зонах, который позволяет захватывать солнечную радиацию зимой и ограничивает этот процесс в теплое время года.

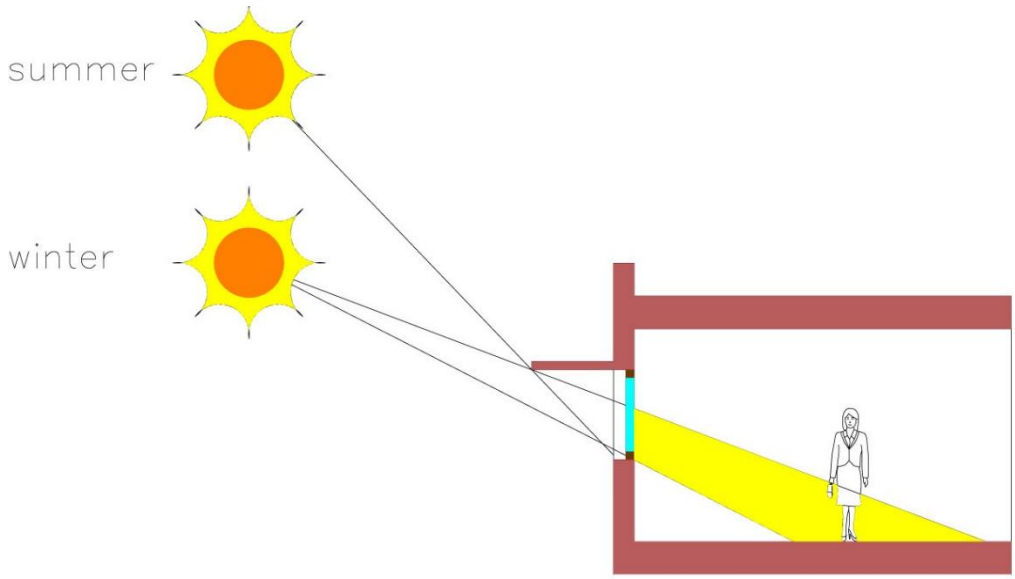


Рисунок 8. Элементы для контроля солнечного падения на окнах
Источник: [26]

Стена тромбе «Закрытая и провентилированная». Что такое стена тромба: Эта система основана на пассивных стратегиях солнечного усиления, где она использует структурные стены большой массы для улавливания тепла, а также стену можно комбинировать с окнами. Эта стратегия включает в себя тепловую массу оболочки здания, которая получает, а затем передает излучение внутрь с задержкой для достижения однородности погоды в течение дня. Емкостные материалы помогают создать разность фаз в ежедневной передаче энергии и умеренной интенсивности. Ночная диссипация необходима на фасаде и крыше [26].

2.4. Зеленые технологии для производства электроэнергии в домашних условиях

Солнечная энергия: Солнечная энергия, как тип возобновляемой и устойчивой энергии, является чистой и широко доступной по сравнению с традиционными видами энергии, такими как ископаемое топливо «уголь, нефть и природный газ» и ядерное топливо. Солнечная энергия может использоваться для удовлетворения любых энергетических потребностей,

таких как Отопление, охлаждение, электричество. Кондиционер или даже химикаты. И это может значительно снизить потребление энергии здания [48].

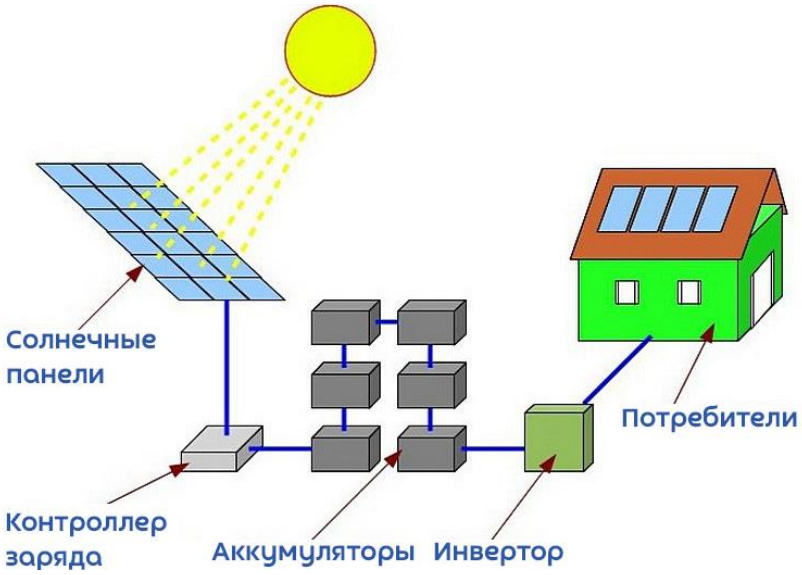


Рисунок 9: схема солнечной фотоэлектрической энергии
Источник: https://leaba.ru/heating/otoplenie-na-solnecnyh-batareah-dla-castnogo-doma-varianty. html

Существует два способа использования солнечной энергии: пассивный метод «повышение производительности здания» и активный метод «солнечный коллектор». Одна из энергосберегающих идей в пассивном доме связана с архитектурными и планировочными решениями [49]. Солнечная фотоэлектрическая система генерации энергии является одной из основных технологий активных солнечных домов, а солнечная энергия является прямым источником энергии, передаваемой в электричество. Эта система состоит из фотоэлектрических солнечных панелей, солнечного контроллера, батареи и инвертора (См. рис 9). Расположенный в складском помещении, контроллер, аккумулятор и инвертор соединены медными проводами. [50].

Геотермальная энергия. Геотермальные электростанции-это те, которые используют энергию, содержащуюся в земной коре, в виде температуры. То есть они используют подземную температуру, чтобы уменьшить энергию, необходимую для нагрева или производства горячей воды в нашем доме. В зависимости от глубины, на которой мы выполняем

установку, мы можем получить более высокую или более низкую производительность.

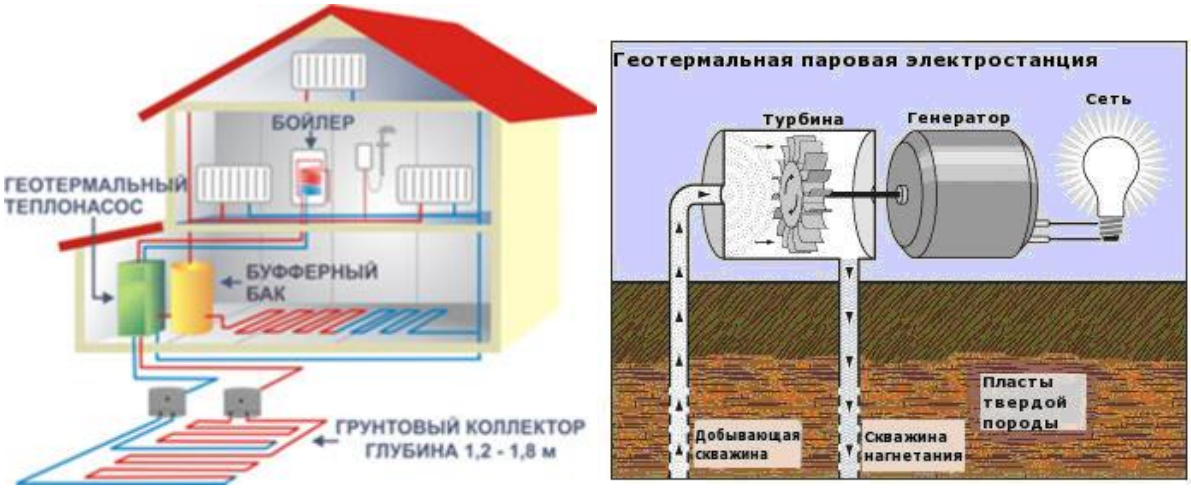


Рисунок 10: модели использования геотермальной энергии
Источник: https://manbw.ru/analitycs/geothermal_power_stations_plant.html

Обычно в любой точке земной коры, глубиной от 10 до 20 м, недра поддерживают одинаковую температуру круглый год. Это делает эту систему полезной как для отопления, так и для охлаждения (См. рис 10). Как и геотермальная энергия может использоваться для производства электроэнергии (См. рис 10) [51].

2.5. Система растительности в тепловых характеристиках зданий

Концепция зеленых вертикальных стен восходит к древнему Вавилону, с висячими садами (см. рис. 11), одним из 7 чудес древнего мира, была одной из первых вертикальных зеленых стен в истории человечества [52]. Согласно сообщениям древнегреческих историков, висячие сады Вавилона были около 400 × 400 футов в длину и 80 футов в высоту [53]. Фундамент вертикального сада сходится при выращивании растений на вертикальных поверхностях или на фасадах зданий.

Зеленые фасадные системы могут уменьшить передачу тепла во внутренние пространства и действовать как естественный барьер, который

может уменьшить чрезмерную солнечную радиацию. Было проведено много исследований по этой теме, среди которых было показано, что изоляция фасадов здания эффективна, поскольку конверт составляет от 50 до 60% от общего увеличения/потери тепла в здании [54]. В этом контексте влияние на производительность здания, представляющего его оболочку, ограниченную передачу тепла, уменьшит потребность в энергии для охлаждения внутреннего пространства [55]. Таким образом, эта система предлагает экологические, экономические и социальные преимущества для построенной среды, растительность помогает поддерживать окружающую среду, внедряя полезные экосистемы в городской пейзаж, улучшая качество воздуха, помогая уменьшить шумовое загрязнение, выступая в качестве системы фильтрации воды и повышая эстетическую ценность с места. В исследовании, проведенном [56] в Таиланде, они использовали вьющиеся растения в качестве системы для создания вертикального оттенка в помещении, что снижало температуру воздуха на 4.71 °C между температурой окружающей среды снаружи и температурой в помещении в течение лета. В другом исследовании, проведенном [57] в Бангкоке они достигли разницы в 7,03°C по сравнению со стенами без растительности, но в обоих исследованиях учитываются факторы, которые повлияли на результат, такие как: отдельные виды растений, полное или частичное покрытие растительной стенки на поверхности Солнца.

Различные виды растительности «газоны, кустарники, деревья» (см. рис 12) Оказывают различное влияние на регулирование тепловой среды жилого дома, исследование показало, что среди трех распространенных типов растительности «деревья, кустарники и трава» охлаждающий эффект деревьев является наиболее значительным и вертикальные характеристики охлаждения лучше всего следуют за кустами [58].

Рисунок 11. Висячие сады Вавилона.
Источник: [59]

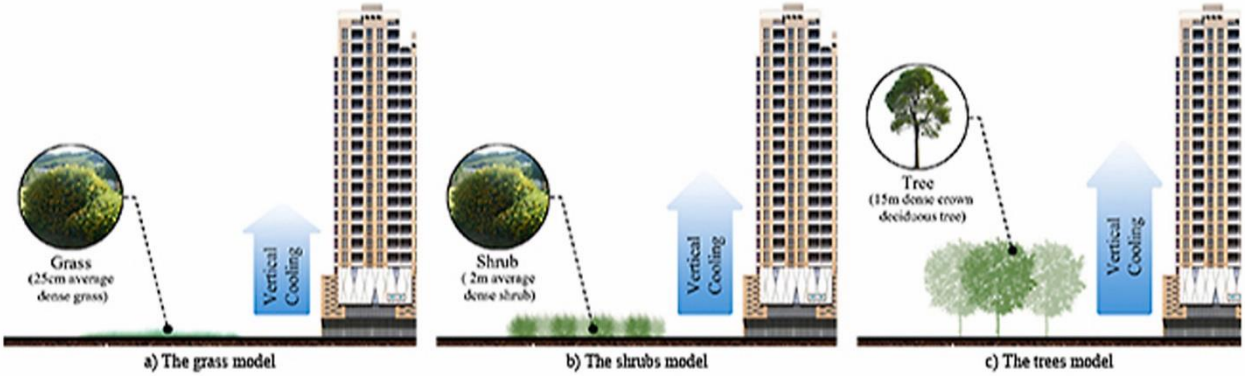


Рисунок 12: типы растительности для вертикального теплового регулирования здания
Источник: [58]

Зеленая система крыши. Большая часть глобальной энергии потребляется для создания теплосодержащих внутренних пространств зданий. Изоляция крыши была определена как эффективная мера для решения проблемы потребления энергии [60]. Зеленые крыши-это интересные системы, которые предлагают много преимуществ, связанных с улучшением управления ливневыми водами , смягчением эффекта городского теплового острова, длительным сроком службы кровельной мембраны, улучшением городской эстетики, созданием рекреационных пространств и возможностью экономии энергии для отопления и охлаждения зданий [61].

Регулирование температуры окружающей среды в жаркую погоду в основном осуществляется путем подавления притока тепла. Ландшафтные материалы зеленых палуб функционируют как тепловая масса с замечательной тепловой способностью блокировать, поглощать и хранить тепло, которое в

противном случае могло бы проникать и нагревать внутреннюю среду, поэтому внешний и внутренний тепловой комфорт можно было бы улучшить с помощью зеленой крыши [62]. Тем не менее, продвижение зеленых крыш по-прежнему сталкивается с некоторыми барьерами, поскольку их затраты на установку и техническое обслуживание обычно выше, чем у других традиционных строительных систем [63]. В 2020 году пандемия коронавируса 19 изменила образ жизни людей. Во время ареста в большинстве стран доступ к непрофильным предприятиям и общественным местам, таким как парки и другие зоны отдыха, был закрыт. В этот период большинство граждан ограничились пространством своего жилья. Таким образом, потребность в открытом пространстве в жилищной среде стала более необходимой, чем когда-либо [64].

2.6. Анализ устойчивых зданий

При рассмотрении эффективных в соответствии с принципами устойчивого развития проектов на Биеннале и интернет-платформах были изучены следующие примеры зданий, где обсуждается вентиляция, ориентация, их материалы, формы, источники энергии, используемые для поддержания здания и изоляции от климата.

Ecocasa Atelier / Encaixe Альтернативные решения

Eco-casa Atelier-это проект социального жилого строительства и дизайна в Бразилии. Он служит доказательством того, что можно построить устойчивые современные дома по доступной цене благодаря архитектурному дизайну, доступные ресурсы этого места были использованы в полной мере с наименьшим экологическим воздействием. Клиенты, чей основной доход исходит от искусства, музыки и управления событиями, согласились, что процесс проектирования будет управляться экологическими, материальными и человеческими условиями [65].

Рисунок 13: Устойчивые дома в Бразилии
Фото с сайта: https://www.archdaily.com/959899/ecocasa-atelier-encaixe-solucoes-alternativas/60709fa2f91c8103e3000026-ecocasa-atelier-encaixe-solucoes-alternativas-photo

Ориентация основана на форме крутого склона местности.

Экономия энергии и ресурсов: дом включает в себя интегрированный дизайн с полным циклом воды и использует методологию Design-Build, то есть дизайн адаптируется на всех этапах строительства. Таким образом, материалы классифицируются на разных этапах для сокращения отходов, и как материалы, так и рабочая сила были получены на местном уровне для снижения воздействия на окружающую среду во время транспортировки.

Материалы: стены дома построены частично из утрамбованной земли и частично из цемента, проложенных между сборными бетонными плитами и частично из бамбука, как для снижения затрат, так и для обеспечения важных аспектов устойчивости проекта (См рис. 13 и 14).

Форма: есть три основных тома: тапиальная гостиная, две спальни, построенные из сжатого земляного кирпича, и влажная зона «кухня, ванные комнаты, прачечная и депо», построенная из открытых конструкционных бетонных блоков (См рис.14). Размеры пространств определялись использованием и реализацией биоклиматических перекрытий.

Социально-экономический аспект: на участке площадью 1800 м2 в Сан-Роке «в 1 часе езды от центра Сан-Паулу» оптимальной программой был дом с двумя спальнями, который служил жильем и местом для вечеринок для обеспечения средств к существованию семьи. Благодаря сильному

сотрудничеству всех участников было возможно построить экологически чистый дом площадью 285 м2.

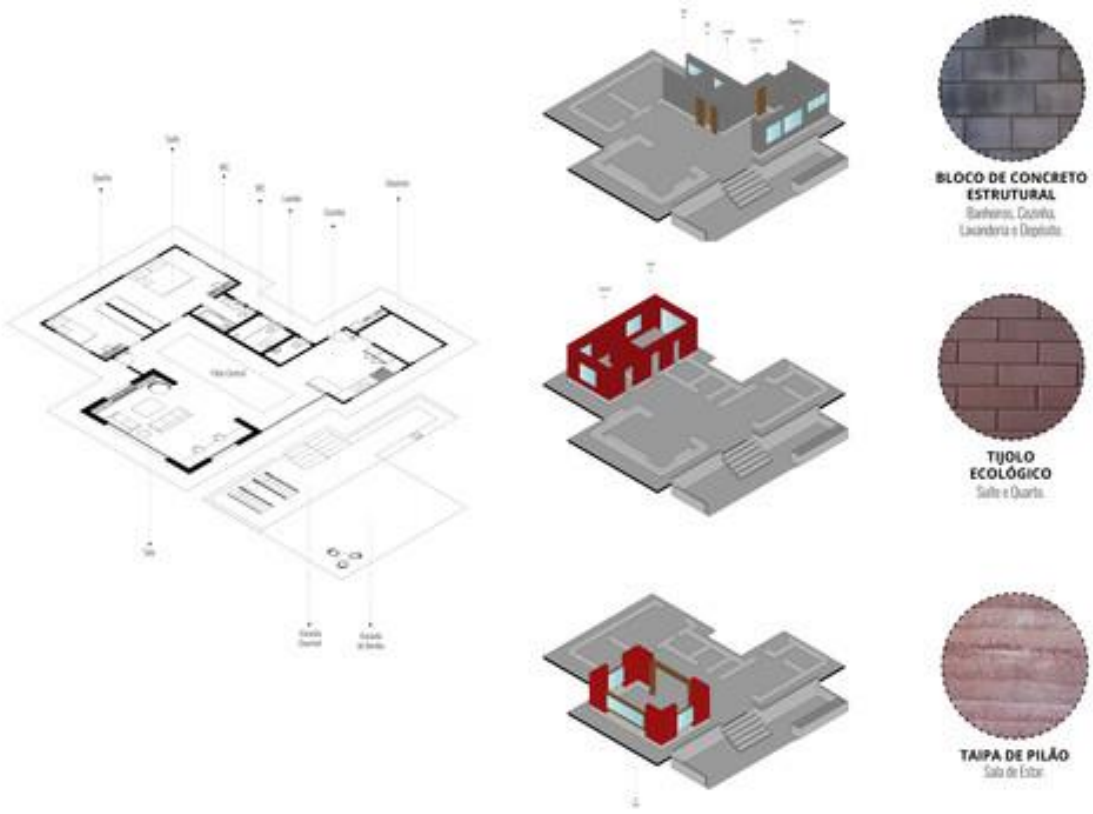


Рисунок 14. структура формы здания и его материалов.
Фото с сайта: https://images.adsttc.com/media/images/6070/9f1c/f91c/81f0/2500/0014/medium_jpg/Metodologias_Construtivas.jpg?1617993290

Жилой дом STUDIOS 90 / Sanjay Puri Architects

Это жилые здания средней высоты для жилого муниципалитета, расположенного в городе Кодла в индийском штате Карнатка. Проект предусматривает размещение рабочих нового местного цементного завода (См. рис 15). Комплекс устойчивого жилья принимает трехстороннюю модель дизайна, охватывающую социокультурный контекст, окружающую среду и экономику [66].

Рисунок 15: Жилой дом STUDIOS 90 / Sanjay Puri Architects
Фото с сайта://images.adsttc.com/media/images/6239/d1a9/9d5a/9104/1bae/123d/medium_jpg/5.jpg?1647956451.

Вентиляция: балконы расположены так, чтобы ловить преобладающие индийские ветры, идущие с северо-востока, максимизируя естественную вентиляцию. Сложенные кубики играют консольно от конструкции и отбрасывают тени на нижние пространства балконов (См рис.16)

Ориентация: в шахматном порядке по дизайну каждая из комнат ориентирована на север в ответ на теплый климат Кодлы, штат Карнатака в Индии. Апартаменты и балконы выходят на север, чтобы избежать прямых солнечных лучей. Температура превышает 35 ° С в течение 8 месяцев в году в этом регионе.

Материалы: летучие золы или силикаты кальция кирпичные стены,

Форма: здание состоит из всплывающих кубических форм, включая 18 однокомнатных квартир, 54 спальни и 18 гостевых комнат. Композиция красочных параллелепипедов, которые создают скульптурный вид жилой древесностружечной плиты, в которой форма не является простой прихотью, но имеет определенную функцию: минимизировать воздействие тепла. Каждая из комнат имеет ступенчатый угол в дизайне, обращенный к северу, чтобы предотвратить перегрев и создать тень.

Чистая энергия: вся необходимая электроэнергия используется из остаточной энергии, вырабатываемой на соседнем цементном заводе. его остаточная энергия обеспечивает электроэнергией жилой комплекс.

Изоляция: его толстые стены сохраняют внутренние пространства прохладными. Эти пассивные стратегии проектирования являются экологически чистыми и требуют меньше энергии для поддержания приятных температур.

Рисунок 16: Балконы: теневые пространства
Фото с сайта: https://www.floornature.com/blog/sanjay-puri-architectsas-studios-90-simplicity-and-efficienc-16946/

Социальный и экономический аспект: несмотря на их экономичный дизайн, жилые помещения спроектированы с большим вниманием к эстетическим аспектам. Индийская культура известна своим использованием цвета в традиционных ремеслах, вечеринках и одежде и отмечается в Холи, ежегодном фестивале цвета. Три ярких основных цвета-красный, синий и желтый-используются на подвесных балконах каждой комнаты, определяя их индивидуальность и подчеркивая визуальное воздействие зданий в целом, напоминая красочные блоки Lego.

Edwin M. Lee Апартементы

Это модель здорового образа жизни и устойчивости (Эдвин М. Ли) Квартира является первым зданием в Сан-Франциско в Соединенных Штатах, которое сочетает в себе вспомогательное жилье для бездомных ветеранов и семей с низким доходом (см. рис. 18). С комплексным, справедливым и устойчивым подходом к соседству проект создает щедрый двор с садом, который уравновешивает различные области для ретроспективы,

взаимодействия между соседями. Здание обеспечивает устойчивый образ жизни для своих жителей, уделяя приоритетное внимание доступу и дневному свету [67].

Вентиляция: будучи средой, спроектированной к центральному двору, воздушные потоки непрерывно текут по всему зданию, создавая перекрестную вентиляцию.

Ориентация: здание было сосредоточено на использовании пассивных элементов дизайна.

Материалы: выбор материала и сборка конструкции воплощают принципы биофильного дизайна; выбор прочных материалов и продуманных деталей предназначен для снижения долгосрочных эксплуатационных и эксплуатационных расходов. Существует использование бамбуковой фанеры, переработанных бордюров и асфальтоукладчиков, найденных на участке и используемых в озеленении. На первом этаже также есть герметичный бетонный пол, чтобы минимизировать материалы во время строительства и в будущем.

Форма: это здание площадью 11 500 квадратных метров предлагает 62 квартиры для бездомных ветеранов и 57 квартир для семей с низким доходом. Проект разворачивается вокруг большого двора с садом, который уравновешивает ряд различных пространств, предназначенных для различных видов деятельности.

Рисунок 17. Апартаменты в Сан-Франциско
Фото с сайта: https://www.lmsarch.com/projects/edwin-m-lee-apartments

Изоляция: здание имеет герметичный корпус и энергоэффективные окна. Строители установили энергосберегающее освещение и бытовую технику по всему зданию.

Чистая энергия: благодаря сертификации Green points Rated Platinum проект включает в себя различные фотоэлектрические и солнечные панели горячей воды для снижения эксплуатационных расходов и обеспечения устойчивой энергии. Установлены солнечные фотоэлектрические панели, которые производят 91% электроэнергии из общих помещений здания; по оценкам, тепловые солнечные панели производят 60% энергии нагрева горячей воды в здании. В отеле также есть зарядные станции для электромобилей и парковка для велосипедов (см. рис. 18).

Социально-экономический аспект: социальная устойчивость Эдвина М. Ли Отделы, объединяет две категории, другими словами, бездомные ветераны и семьи с низким доходом, которые подвергаются стигматизации, инициатива была именно в том, что интеграция и взаимодействие, в частности, для преодоления стигмы, связанной с бездомными. Дизайн включает в себя широкие пандусы для инвалидных колясок или колясок для людей с ограниченной подвижностью.

Рисунок 18: фотоэлектрические панели установлены на крыше и фасаде. Фото с сайта: https://www.lmsarch.com/projects/edwin-m-lee-apartments

2.6.1. Биомиметический дизайн. Фасадные системы для рассеивания тепла

Что такое биомиметика: междисциплинарное сотрудничество в области биологии и технологий или других областях инноваций с целью решения практических проблем путем анализа функций биологических систем, их абстракции в модели и передачи и применения этих моделей к решению. философия и междисциплинарные подходы к дизайну, принимая природу в качестве модели для решения проблем устойчивого развития [68].

Проект инженера-химика Шрееранга Чхатры [69], Он разработал поверхность, способную собирать воду. Примитивная идея этого материала возникает после моделирования стратегии сбора туманных капель воды намибийского пустынного жука. Этот жук по имени Стенокара способен выжить в засушливой пустыне благодаря волнам своего панциря. Каждое утро насекомое поднимается на вершину песчаных дюн, наклоняет свое тело и собирает капли воды на поверхности своего тела, состоящей из гидрофильных и гидрофобных выступов (см. рис. 19) [70].

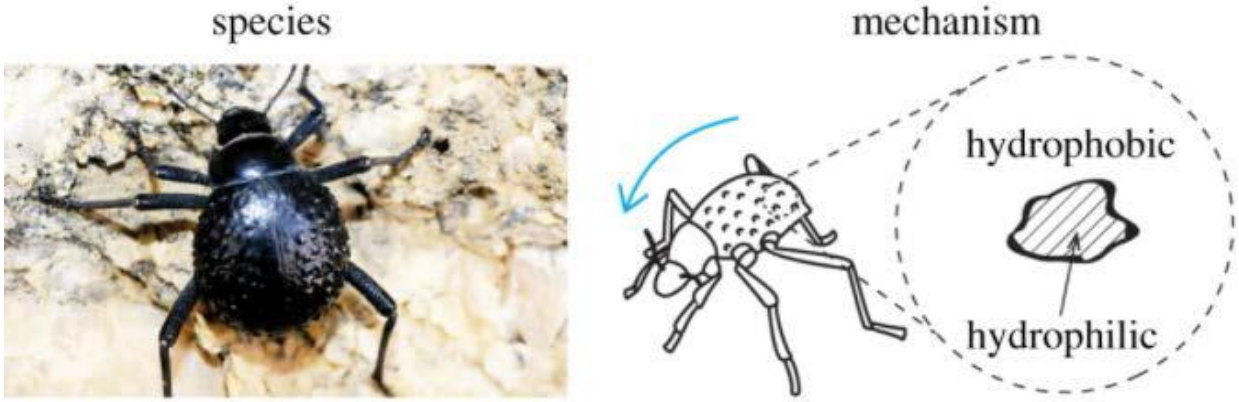


Рисунок 19: Stennocara gracilipes .
Фото с сайта: https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2018.0269

Из этого исследования предложение Люсии Уэрты интерпретирует функцию системы сбора воды жука и предлагает фасад, способный собирать воду для орошения вертикальных культур и способный охлаждать внутренние пространства в сухом климате (см. рис. 20).

Рисунок 20. Биомиметическая установка. с вертикальными огородами. Люсия Уэрта. 2016 год
Фото с сайта: https://es.luciahuerta.com/06-biomimetic-facade

Чтобы собрать больше воды, каждая часть фасада будет пытаться максимизировать свою поверхность с параметрическим дизайном, основанным на волнистой геометрии жука. Необходимым материалом должен быть любой тип глины, который обеспечивает эффективную тепловую инерцию и предотвращает потерю температуры. В то же время внешняя часть этого материала должна быть покрыта гидрофобными продуктами для обеспечения сбора и подвижности воды [71]. Конструкция этой структуры сбора тумана может быть недорого воспроизведена в коммерческих масштабах и может найти применение, например, в палатках для улавливания воды и крышах зданий или в водяных двигателях и конденсаторах [72].

2.6.2. Традиционное жилье, общий подход к теплому климату

В традиционном жилищном дизайне Южной Африки (см. рис. 21), традиционные хижины улья известны как «iQukwane»[6]. Центральный ствол дерева действует как опора, а входная дверь мала для контроля прироста и потерь тепла зимой и летом, а также для эстетических и культурных целей. Они подчеркивают использование почвы в качестве основного материала при

[6] Традиционные хижины Южной Африки, они недороги, так как они сделаны почти полностью из палок и одного ствола дерева . http://paftamag.com/why-nations-should-focus-on-green-architecture/

строительстве домов, навоз и Курган термитов смешиваются до густой консистенции и рассеиваются, образуя пол, который затвердевает, как камень, и может быть отполирован, тот же материал используется для образования стен, которые в конечном итоге покрыты соломой. Коттедж очень стабильный.

Дом с патио традиционной китайской и иранской архитектуры (см. рис. 22). Они разработаны на основе климатических и социокультурных требований для обеспечения физических и умственных возможностей жителей, однако эти условия могут быть улучшены путем адаптации растений и пруда для повышения теплового комфорта, ориентации на север и юг для минимизации воздействия солнца летом и максимизации воздействия солнца зимой как в Китае, так и в Иране. Использование перерабатываемых натуральных материалов и толстых стен с высокой теплоемкостью, полов, которые реагируют на погодные условия, и подходящего цвета для максимизации или минимизации поглощения солнечной радиации [73].

Рисунок 21. Экологическая красота традиционных ульев зулусов в Южной Африке
Фото с сайта: https://africa.quora.com/Traditional-Zulu-Beehive-Huts-South-Africa

Рисунок 22. Традиционные дворовые дома в Иране и Китае: естественный свет и перекрестная вентиляция для охлаждения внутреннего пространства.
Фото с сайта: [73]

2.7. Системы сертификации для устойчивых зданий

Чтобы облегчить проектирование и строительство экологически чистых, устойчивых зданий, которые оказывают наименьшее влияние на природу, существуют общепринятые системы сертификации, которые адаптированы к особенностям страны, в которой будет осуществляться и осуществляться проект. Наиболее известные методы, такие как: BREEAM «Building Research Establishment Environmental Assessment Method»[7] LEED: «Leadership in Energy and Environmental Designe»[8] эти сертификаты направлены на улучшение способа строительства зданий с помощью стандартов оценки

Система сертификации LEED

В настоящее время сертификация LEED является наиболее широко используемой и признанной системой классификации зеленых зданий во всем мире. Это система Совета по экологическому строительству США с английской аббревиатурой «USGBC». Согласно его официальному сайту, цель USGBC-предложить решения для обеспечения баланса между окружающей средой, обществом и экономикой, используя научно-технические данные для защиты, сохранения и восстановления окружающей среды, экосистем и видов [74]. Целью сертификации LEED является поощрение развития зданий с устойчивыми критериями и устойчивостью; таким образом, международная сертификация действительности, которая обеспечивает систему оценки зданий, которая оценивает их влияние по семи аспектам [75].

1. Устойчивое размещение
2. Эффективность использования воды
3. Энергоэффективность, возобновляемые источники энергии и выбросы в атмосферу
4. Природные материалы и ресурсы
5. Качество внутренней среды

[7] BREEAM. Метод экологической оценки Здания Исследовательского Учреждения; https://en.clestra.com/sustainable-development/what-breeam

[8] LEED: Сертификация Лидер в области энергоэффективности и устойчивого дизайна, https://www.usgbc.org/leed

6. Инновации в дизайне
7. Региональный приоритет, в котором вознаграждаются местные потребности, выбранные каждой страной.

Категории сертификации В рамках каждого типа на основе полученных результатов могут быть получены разные категории [74].

LEED Платина: для зданий, которые получают 81% или более кредитов

LEED Золото: для зданий, которые получают от 71% до 80%

LED Серебро: для зданий, которые получают от 61% до 70%

LEED Бронза: для зданий, которые получают от 50% до 60%

Сертификация Leed для домов: это добровольная система классификации для односемейных и многоквартирных жилищных проектов. Leed для домов способствует проектированию и строительству высокопроизводительных, энергоэффективных, ресурсоемких и здоровых домов для жильцов. Дом, который достиг сертификации Leed был разработан, чтобы максимизировать свежий воздух в помещении, сводя к минимуму воздействие токсинов в воздухе и загрязняющих веществ. Он также имеет потенциал использования энергии 20-30%, а некоторые до 60% меньше, чем стандартный дом построен. А более низкое потребление энергии означает сокращение счетов за коммунальные услуги каждый месяц. Сертификация Leed признает и отмечает лидерство в строительстве зеленых домов. Для покупателя дома Leed похож на этикетку с питанием, которая с измеримой точки зрения демонстрирует, что дом включает в себя эффективные методы, функции и что конечный продукт был протестирован третьими лицами и проверен на производительность.

Выводы по главе

Параметры устойчивого проектирования

Биоклиматическое жилищное строительство нацелено на очень низкое энергопотребление, примерно ниже 15 кВт / м2 / год. Этот тип устойчивой архитектуры характеризуется:

- **Ориентация здания:** важно ориентировать структуру с большим количеством пространств на южном фасаде и практически без них на северном, восточном и западном фасадах. На юге следует изучать местоположение или нет теневых элементов в зависимости от времени года и климатологии места. С другой стороны, использование ландшафтных крыш или зеленых фасадов является широко используемым ресурсом в устойчивой архитектуре, поскольку они действуют как строительные изоляторы. Цель правильной ориентации - максимально использовать солнечный свет и избежать негативных последствий зимы.
- **Адекватная вентиляция**: дома с высокими потолками и вентиляцией для обеспечения адекватной циркуляции воздуха, хорошего качества окружающей среды в помещении и, следовательно, комфорта их жителей. Для этого подходит выбор интеллектуальных материалов, которые изолируют влагу и предотвращают распространение клещей. С современными системами механической вентиляции, такими как Aero termia или геотермальная Moderna. Биоклиматические жилища включают системы перекрестной вентиляции. Это естественное охлаждение, при котором продвижение горячего воздуха замедляется с одним окном в той части фасада, где ветер дует больше, а другой на противоположной стороне.
- **Материалы**: использование интеллектуальных материалов, которые изолируют корпус от экстремальных температур, как летом, так и зимой. Правильное обращение с строительным корпусом является ключевым. Помимо выбора материалов с низким уровнем воздействия на окружающую среду, здание должно быть пассивным, то есть использовать окна, дымоходы для экономии энергии и экологического комфорта.
- **Форма:** форма, которая лучше всего подходит для местности и удобна для максимальной энергоэффективности.

- **Чистая энергия**: использование солнечных панелей для производства чистой энергии и снижения потребления электроэнергии. Они должны быть установлены в местах, где солнечные часы используются в полной мере.
- **Изоляция:** в биоклиматическом жилищном строительстве важно обеспечить хорошую изоляцию, которая достигается с помощью экологически чистых покрытий, то есть непрерывной тепловой оболочки, которая предотвращает утечку тепла зимой и прохладу летом.
- **Повторное использование воды**: Системы хранения воды также распространены в биоклиматических домах для повторного использования в ирригационных системах в общественных местах.
- **Окна:** Окна предназначены для захвата солнечного света, как летом, так и зимой. На фасаде свесы обычно размещаются для защиты от солнца летом, и учтено, что они не создают тени, которые препятствуют солнечному поглощению зимой. На западе тень обеспечивается подвижными элементами, такими как жалюзи, навесы и т. Д.
- **Цвет:** светлые цвета отражают свет, поэтому мы можем охладить здание, вместо этого темные цвета поглощают тепло.
- **Растительность**: растительность летом замедляет воздействие солнца, а зимой позволяет проникать солнечному свету, любой вертикальный сад, зеленые покрытия, создают небольшие экосистемы, которые привлекают биоразнообразие.

ГЛАВА 3.
РАЗРАБОТКА ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА В БРАЗИЛИА

3.1. Анализ проектной ситуации

Следующая глава направлена на детализацию географического положения места, чтобы немного контекстуализировать сектор, в котором он работает. Также ведется поиск климатических особенностей. Первоначально, как правило, начиная с муниципалитета, а затем, в частности, заканчивая точным местом, где имплантируется учебное жилье. Вся эта информация является основной основой для дальнейшего развития этого исследования, поскольку для анализа комфорта она начинается с климатических записей.

Географическое положение Бразилиа (см. рис. 23):

Бразилия: «Город, федеральная столица Бразилии. Он расположен в Федеральном округе, в штате Гояс, на центральном плато Бразилии. На средней высоте 1100 метров он расположен между верховьями рек Токантинс, Парана и Сан-Франциско. Благодаря своему уникальному плану и архитектуре города и его беспрецедентной роли в развитии бразильского интерьера, город был объявлен объектом Всемирного наследия UNESCO»[9].

Широта-Долгота: Город Бразилиа расположен на широте 15 ° 46 ' 47 "южная долгота 47 ° 55' 47 " западная [73]. Географическая широта, которая имеет прямое отношение к падению солнечных лучей, также определяет среднюю температуру города. **Высота:** Город Бразилиа находится на высоте 1130 метров над уровнем моря.

Рельеф и топография: Топографические особенности города Бразилиа в основном плоские. Минимальная высота 874 метров над уровнем моря 1310 метров над уровнем моря (см. рис. 24).

[9] Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2020, June 11). Brasília. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/place/Brasilia

Рисунок 23: Расположение Бразилия-Бразилиа
источник: [76]

Рисунок 24: Рельеф и топография города Бразилиа.
источник: Google Earth

Анализ участка: Участок, выбранный для размещения жилья, расположен в следующих координатах (см. рис. 25): Широта 15 ° 49 '31.8" юг, долгота 47 ° 55 '27.6" запад, с высотой 1084 метров над уровнем моря [76].

Анализ городской среды: участок расположен рядом с дорогой второго порядка «Via W2 Sul», имеет низкий транспортный поток, участок не прикреплен, поэтому его стороны 4 имеют свободный доступ (см. рис. 26), В этом районе нет обильной растительности, потому что он построен, однако, есть значительное количество деревьев, окружающих городские кварталы.

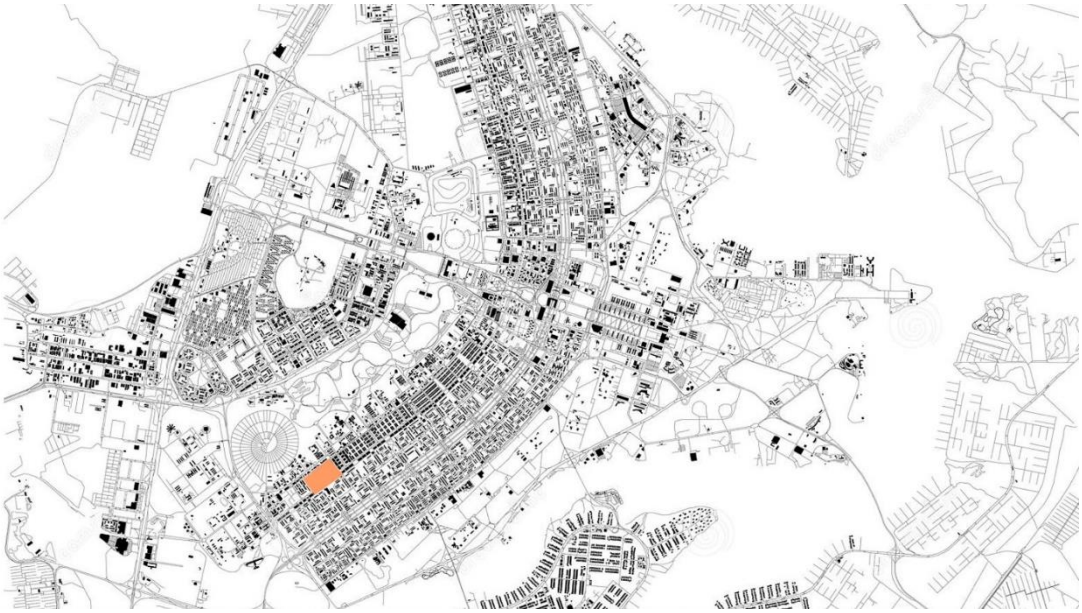


Рисунок 25: Расположение участка в городе Бразилиа
Разработка: Автор

Рисунок 26: Вид с высоты птичьего полета
Разработка: Автор

Климатические условия города Бразилиа

Температура: В Бразилиа сезон дождей пасмурный, сухой сезон в основном ясный и жаркий круглый год. В течение года (См. рис 27) температура обычно колеблется от 12 ° C до 29 ° C и редко опускается ниже 9 ° C или поднимается выше 32 ° C [77] . Кроме того, в бразильской столице наблюдается высокий уровень солнечного облучения, который колеблется от 5,25 кВт-ч / м 2 до 5,3 кВт-ч / м 2 в течение дня. Эти высокие уровни солнечного облучения требуют генерации солнечной энергии через фотоэлектрические модули. также легче

получить тепловой комфорт из-за температурного диапазона, преимущественно между 20 ° C и 25 ° C.

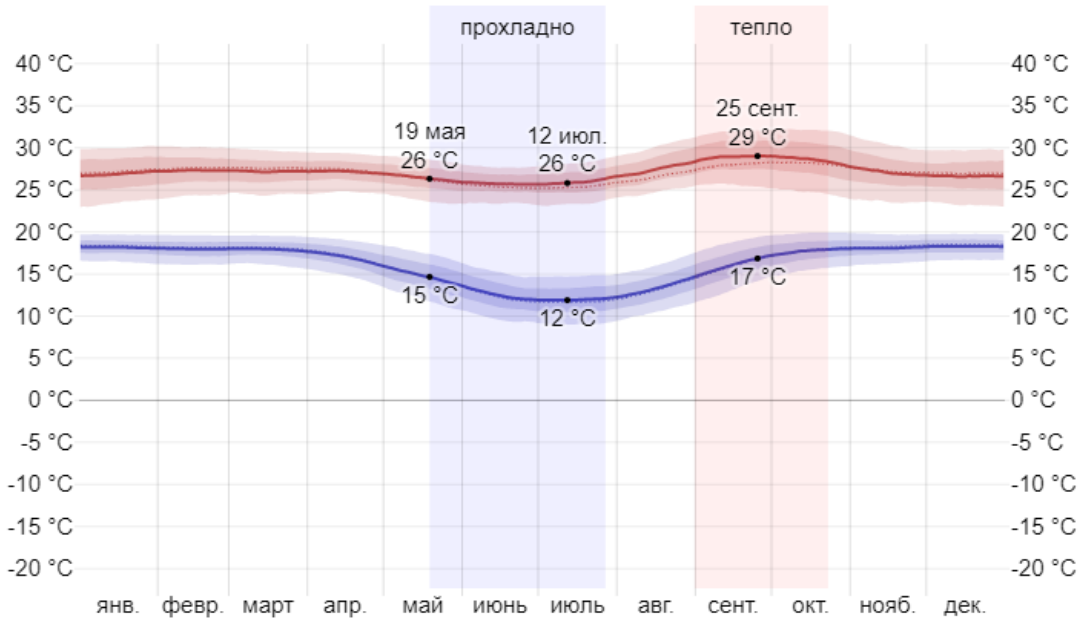


Рисунок 27. Максимальная температура «красная линия» и минимальная температура «синяя линия». Пунктирные тонкие линии-это соответствующие воспринимаемые средние температуры.
источник: https://ru.weatherspark.com

таблица 4

Среднегодовая температура в Бразилии

Данные	ЯНВ	ФЕВР	МАРТ	АПР	МАЙ	ИЮНЬ	ИЮЛЬ	АВГ	СЕНТ	ОКТ	НОЯБ	ДЕК
Мак Т	27°C	27 °C	27 °C	27°C	26°C	26 °C	26 °C	27°C	29 °C	29°C	27 °C	27°C
Мин Т	18°C	18 °C	18 °C	17°C	15°C	12 °C	12 °C	13°C	16 °C	18°C	18 °C	18°C
Средний	22°C	22 °C	22 °C	22°C	20°C	19 °C	19 °C	20°C	22 °C	23°C	22 °C	22°C

источник: https://ru.weatherspark.com
Разработка: Автор

Осадки: вероятность дождливых дней в Бразилиа сильно варьируется в течение года. Самый дождливый сезон длится около 6,2 месяцев, с 7 октября по 14 апреля, с вероятностью более 40%, что данный день будет днем с дождями. Месяц с самыми дождливыми днями в Бразилиа-декабрь, в среднем 24 дня с осадками не менее 1 миллиметра. Самый сухой сезон длится 5,8 месяца, с 14 апреля по 7 октября. Месяц с наименьшим количеством дождливых дней в Бразилиа-июль, в среднем 0,5 дня с осадком не менее 1 миллиметра. Месяц с наибольшим количеством дождливых дней в Бразилиа-

декабрь, в среднем 24, 0 дня и 219 миллиметров осадков, наиболее распространенным типом осадков в течение года является только дождь (См. рис 28) [77].

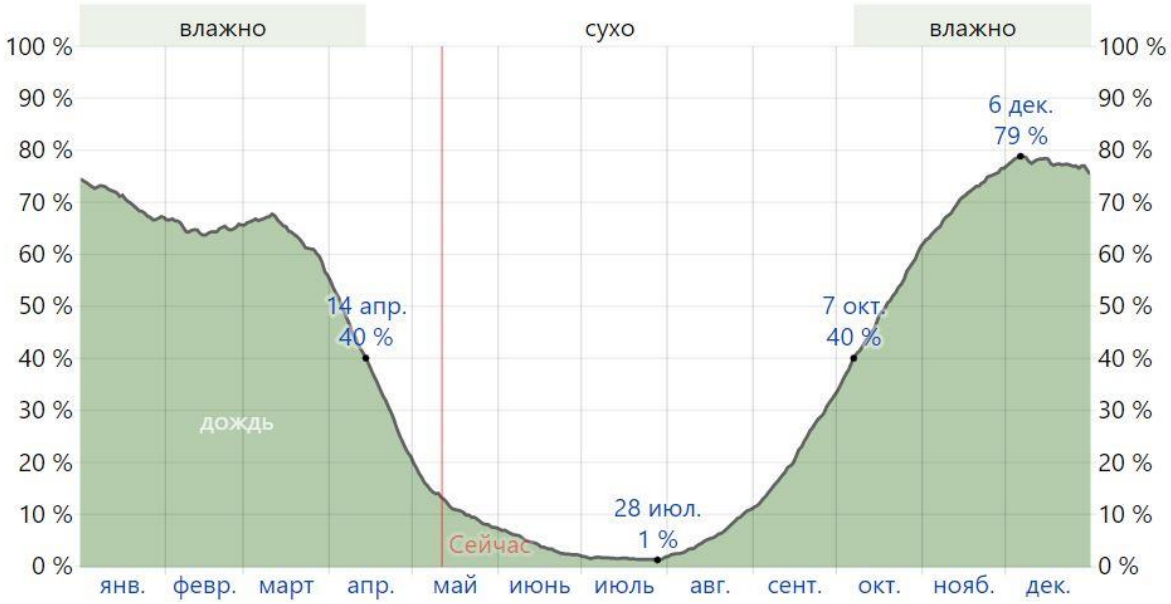


Рисунок 28: Процент дней с различными типами осадков
источник: https://ru.weatherspark.com

таблица 5: Среднегодовое количество осадков в Бразилиа.

Дней	ЯНВ	ФЕВР	МАРТ	АПР	МАЙ	ИЮНЬ	ИЮЛЬ	АВГ	СЕНТ	ОКТ	НОЯБ	ДЕК
Дождь	21, 9 дней	18,2 дней	19,7 дней	11 дней	3,6 дней	1,2 дней	0,5 дней	1,9 дней	6,6 дней	15,1 дней	21,2 дней	24 дней

источник: https://ru.weatherspark.com
Разработка: Автор

Солнечная радиация: в этом разделе основное внимание уделяется общей суточной падающей коротковолновой солнечной энергии, достигающей поверхности Земли на широкой территории, с учетом сезонных колебаний продолжительности дня, высоты солнца над горизонтом и поглощения облаков и других атмосферных элементов. Коротковолновое излучение включает видимый свет и ультрафиолетовое излучение. Средняя суточная падающая коротковолновая солнечная энергия имеет небольшие сезонные колебания в течение года. Самый яркий период года длится 2,0 месяца, с 24 августа по 24 октября, при этом среднесуточное падение коротковолновой энергии на квадратный метр превышает 6,1 кВт-ч. самый

яркий месяц года в Бразилиа-сентябрь, в среднем 6,4 кВтч. Самый темный период года длится 2,0 месяца, с 13 мая по 14 июля, со средней дневной коротковолновой энергией, падающей на квадратный метр, менее 5,4 кВтч. Самый темный месяц года в Бразилиа-июнь, в среднем 5, 1 кВтч (См. рис 29).

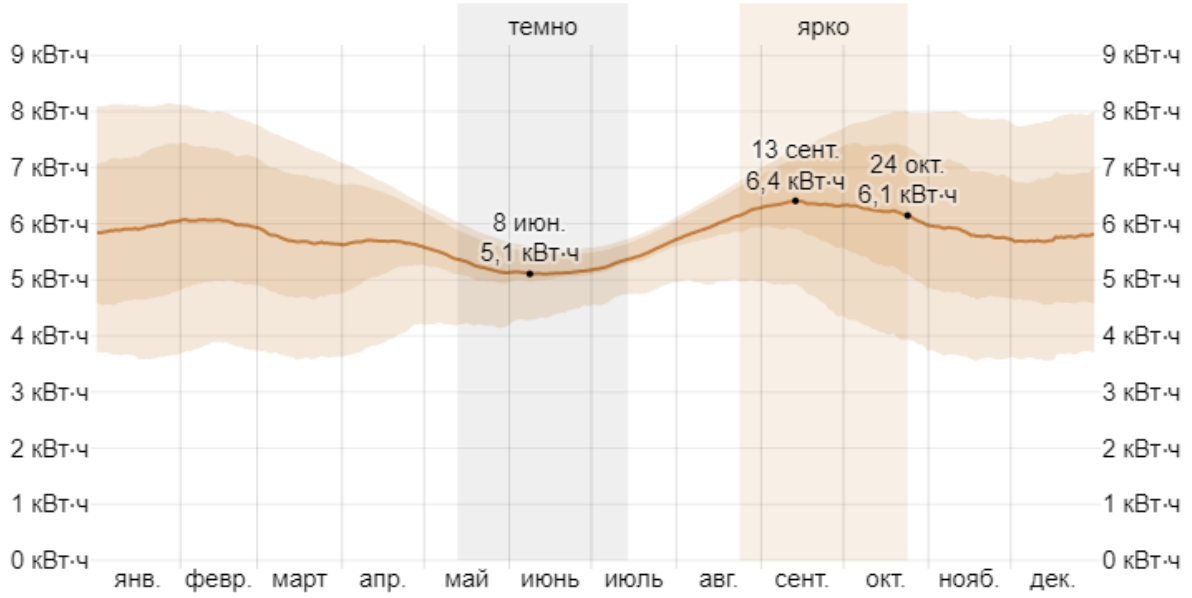


Рисунок 29. Среднесуточная падающая коротковолновая солнечная энергия, достигающая земли на квадратный метр «оранжевая линия», в диапазонах 25–75 и 10–90 процентилей.
Источник: https://ru.weatherspark.com

таблица 6
Средняя солнечная радиация в Бразилиа

	ЯНВ	ФЕВР	МАРТ	АПР	МАЙ	ИЮНЬ	ИЮЛЬ	АВГ	СЕНТ	ОКТ	НОЯБ	ДЕК
Солнечная энергия (кВт-ч)	5,9	6	5,7	5,7	5,3	5,1	5,4	6	6,4	6,2	5,8	5,7

Источник: https://ru.weatherspark.com
Разработка: Автор

Продолжительность дня в Бразилиа варьируется в течение года. Самый короткий день-21 июня, с 11 часами и 11 минутами естественного света; самый длинный день-21 декабря, с 13 часами и 4 минутами естественного света.

Самый ранний восход солнца-5: 30 23 ноября, а самый поздний восход солнца-1 час 10 минут в 6: 39 9 июля. Самый ранний закат - в 5:46 вечера 3 июня, а самый поздний закат-на 1 час 3 минуты позже в 6: 50 вечера 20 января.

Относительная влажность: На основе уровня комфорта влаги в точке росы, так как он определяет, будет ли пот испаряться с кожи, тем самым охлаждая тело. Когда точки росы ниже, он чувствует себя более сухим, а когда они высоки, он чувствует себя более влажным. В отличие от температуры, которая обычно значительно варьируется между ночью и днем, точка росы имеет тенденцию меняться медленнее, поэтому, хотя температура падает ночью, во влажный день обычно ночь влажная (См. рис 30).

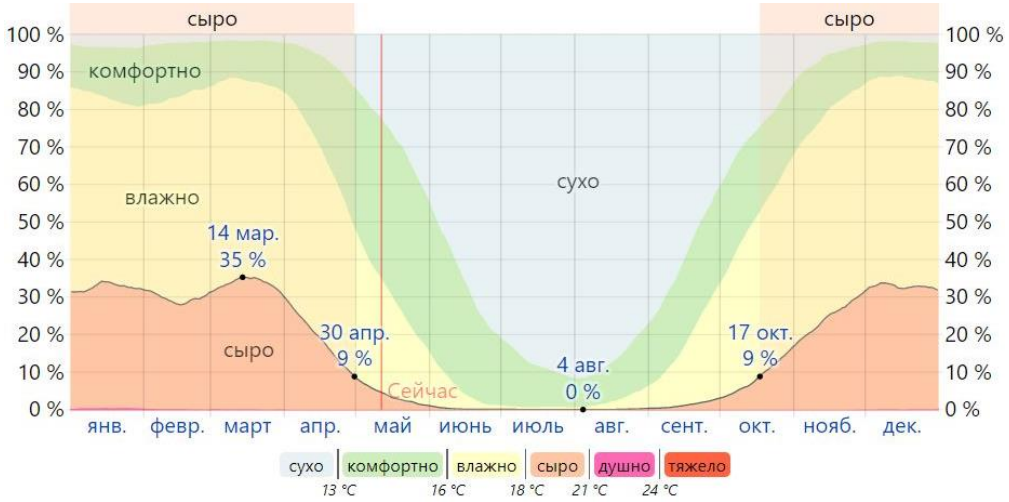


Рисунок 30. Процент времени, затрачиваемого на различные уровни комфорта влажности, классифицируется по точке росы.
Источник: https://ru.weatherspark.com

таблица 7
Средняя относительная влажность в Бразилиа

Дней	ЯНВ	ФЕВР	МАРТ	АПР	МАЙ	ИЮНЬ	ИЮЛЬ	АВГ	СЕНТ	ОКТ	НОЯБ	ДЕК
Сырые дни	10,1 дней	8,3 дней	10,4 дней	5,5 дней	3,6 дней	1,1 дней	0,1 дней	0 дней	0,4 дней	2,9 дней	7,5 дней	10,2 дней

Источник: https://ru.weatherspark.com
Разработка: Автор

В Бразилиа воспринимаемая влажность значительно варьируется. Самый влажный период года длится 6,4 месяца, с 17 октября по 30 апреля, и в течение этого времени уровень комфорта является знойным, угнетающим или невыносимым, по крайней мере, в течение 9% времени. Месяц с самыми влажными днями в Бразилиа-март, с 10,4 влажными днями. Месяц с наименьшим количеством дней влажности в Бразилиа – июль.

Ветер: в Бразилия средняя почасовая скорость ветра испытывает значительные сезонные колебания в течение года. Более ветреная часть года длится 3,9 месяца, с 10 июня по 7 октября, со средней скоростью ветра более 11,4 километра в час. Самый ветренный месяц в году в Бразилия - август со среднечасовой скоростью ветра 13,8 километра в час. Более спокойное время года длится 8,1 месяца, с 7 октября по 10 июня (См. рис 31). Самый спокойный месяц в году в Бразилия - март со среднечасовой скоростью ветра 9,0 километра в час.

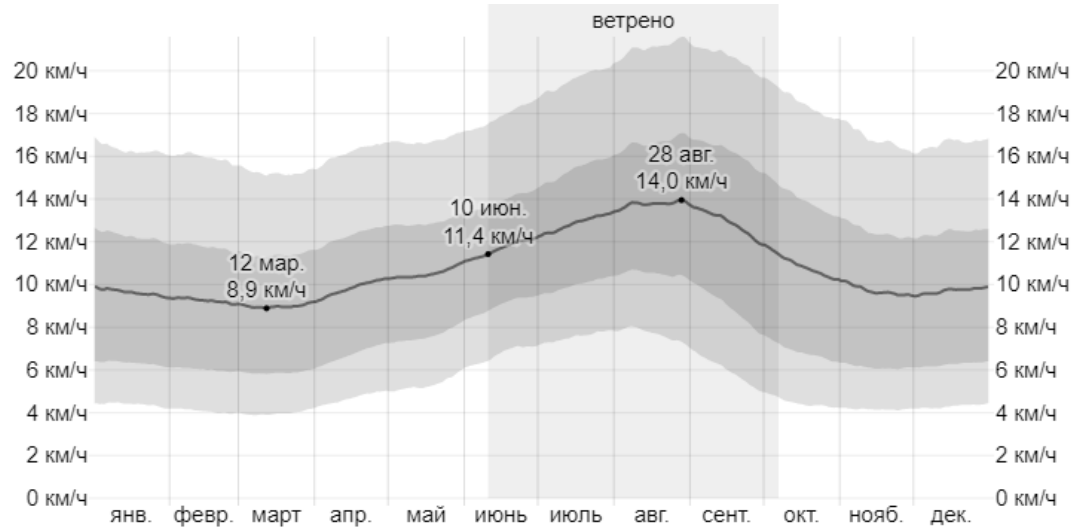


Рисунок 31: Средняя скорость ветра в час (темно-серая линия)
Источник: https://ru.weatherspark.com

таблица 8
Круглогодичная скорость ветра в Бразилиа

	ЯНВ	ФЕВР	МАРТ	АПР	МАЙ	ИЮНЬ	ИЮЛЬ	АВГ	СЕНТ	ОКТ	НОЯБ	ДЕК
Скорость ветра (kph)	9,6	9,3	9	9,8	10,5	11,7	12,9	13,8	12,8	10,9	9,7	9,7

Источник: https://ru.weatherspark.com
Разработка: Автор

Анализ участка. инсоляция и тени. Это исследование является одним из наиболее важных во время реализации проекта, потому что мы анализируем, какие планы здания получают прямое солнечное излучение и как долго в течение дня; таким образом, пассивная солнечная энергия используется вместе с другими факторами, которые впоследствии определяются для обеспечения теплового комфорта и свет во внутренних помещениях.

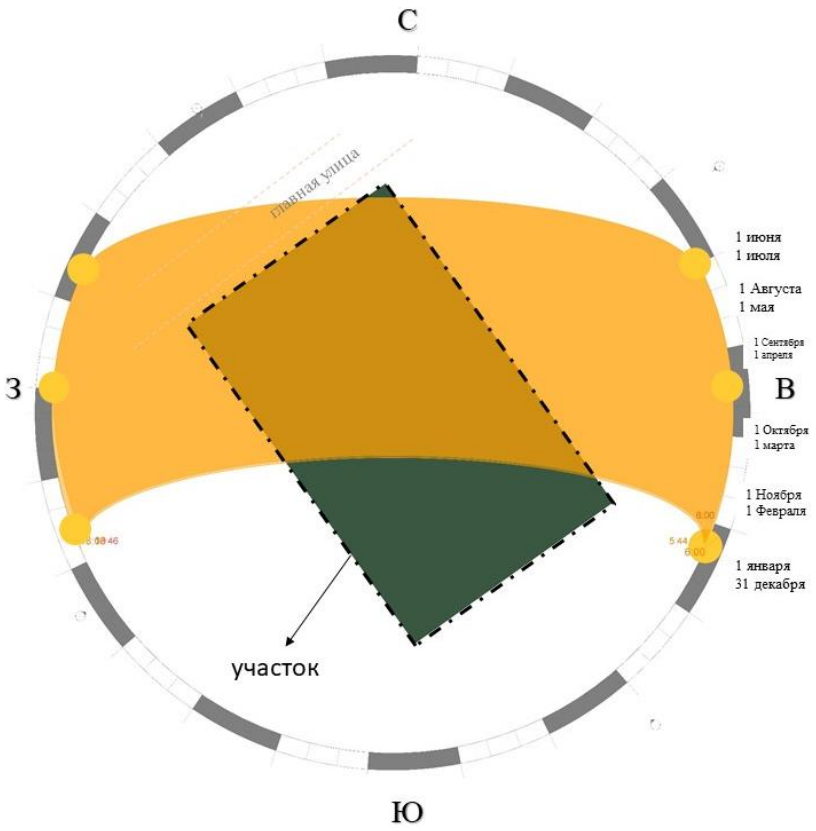


Рисунок 32. Солнечное воздействие на исследовательскую площадку круглый год
Разработка: Автор

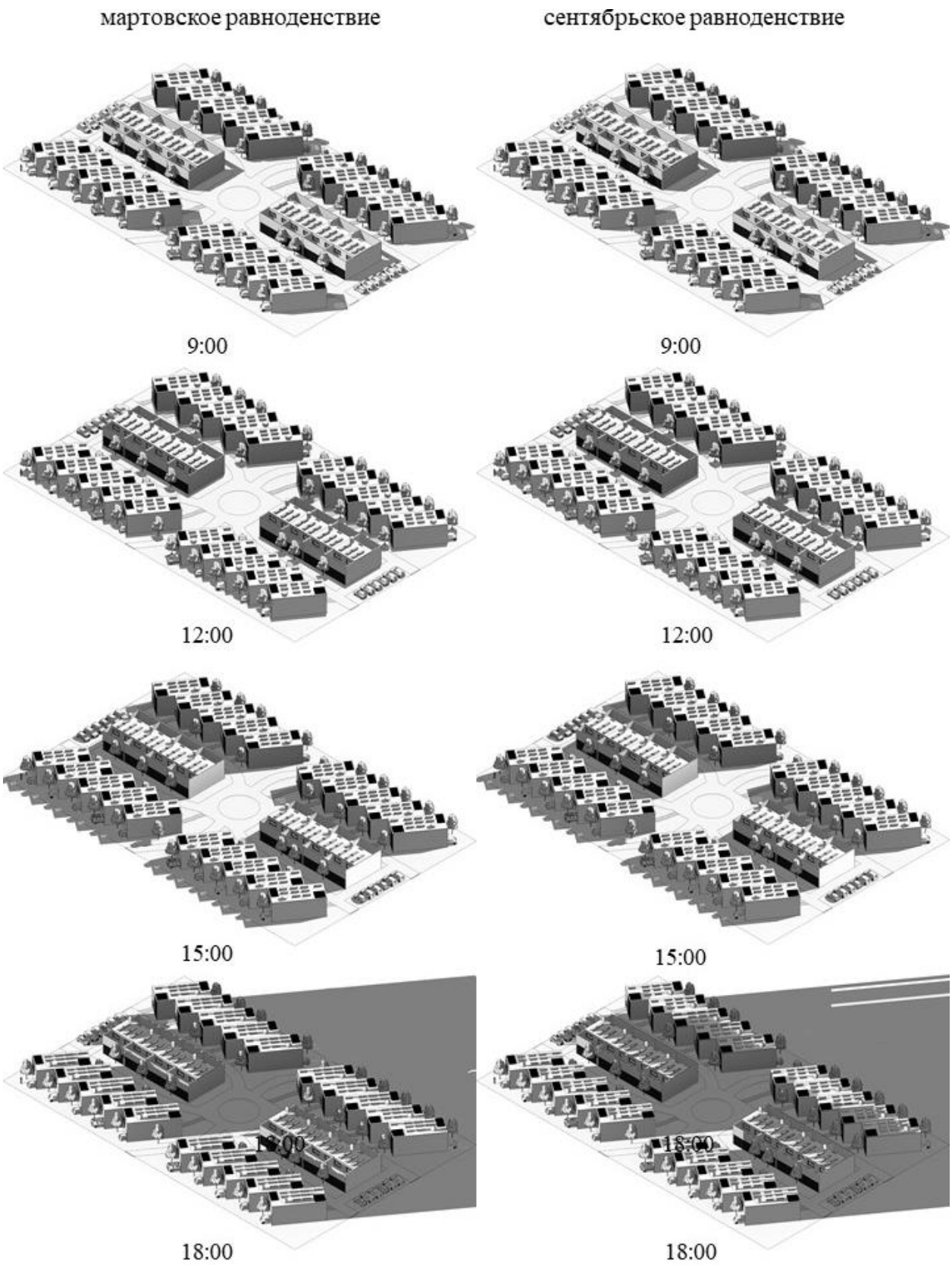


Рисунок 33. Анализ света и тени
Разработка: Автор

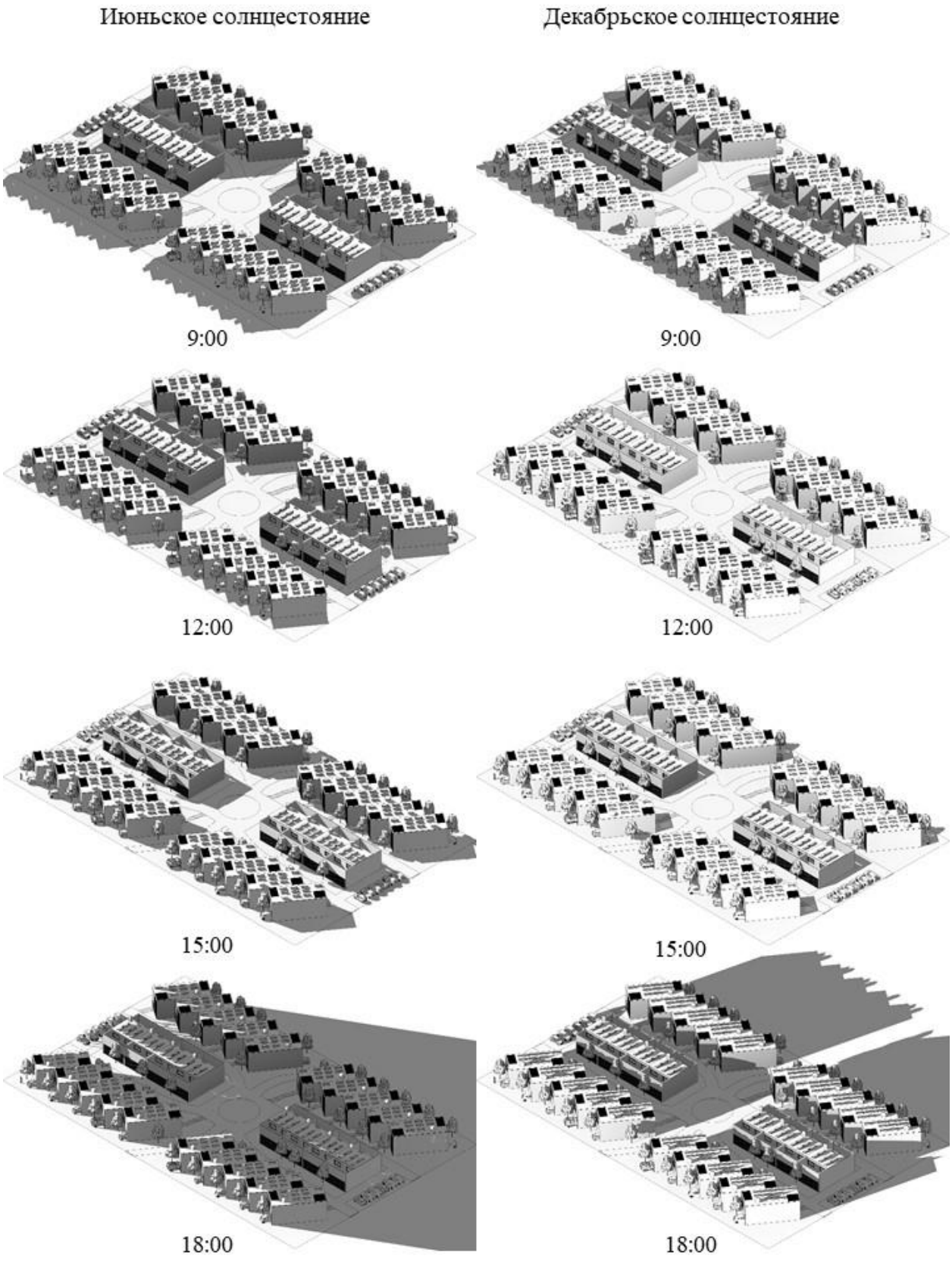


Рисунок 34. Тени на равноденствие
Разработка: Автор

На рис. 32 мы наблюдаем, что северо-восточная и северо-западная стороны местности получают более высокую солнечную частоту. Таким образом, жилье сможет принимать солнечную радиацию в течение всего года, как в солнцестояния, так и в равноденствия, несмотря на угловое изменение солнца, которое существует между этими двумя сезонами. Утром он улавливает излучение через задний фасад, а днем-через передний фасад. Все это подтверждается в графиках теневого исследования, проведенного для земли, где будет размещено строительство предлагаемой конструкции (см. рис .33 и 34).

Ежегодные требования к кондиционированию воздуха для жилья

В районе Бразилиа, летом длиннее, чем зимой, день довольно удобно и снег зимой частично холодных минимум 12 ° C. в Течение года температура колеблется от 20 ° C до 25 °C, и только в июне, июле и августе низкая 12 °C и поднимается выше + 26 °C. в сентябре, октябре, есть зона дискомфорта. (См. Таблицу 4). Уровни комфорта могут быть достигнуты с помощью стратегий климатического проектирования, таких как: тепловое демпфирование, затенение и перекрестная или индуцированная вентиляция.

Чтобы избежать сильной жары, необходимо затенение, которое очень важно учитывать в месяцы с высокой солнечной радиацией, наклон солнца приближается к Северу, и для этого необходимо учитывать комбинацию тепловой инерции материалов и получать прямую и косвенную солнечную выгоду в течение дня, как стратегии изоляции.

В декабре период сильных дождей начинается в октябре и заканчивается в середине апреля. Этот период является самым влажным из-за наличия осадков и, следовательно, испарения. Альтернативы для реализации на этой станции: увлажнение и защита от дождя.

Стратегии устойчивого проектирования

Это будут стратегии и нормативные элементы, основанные на ежемесячных и ежегодных требованиях к кондиционированию воздуха. Прилагается таблица.

таблица 9:
стратегии проектирования для горячих зон

Требования	Основные стратегии проектирования	Конструктивные элементы для использования
Прямой нагрев	Стремитесь к прямому солнечному усилению	Большое окно. Застекленная дверь Мансардные окна на крыше.
Косвенный Нагрев	Содействие косвенному солнечному усилению	Отраженное излучение, темные стены, тепловая инерция.
Прямое Охлаждение	Минимизировать солнечную выгоду.	Устройства управления солнцем карнизы и свесы, часть солнца, перголы, решетки, брезент, растительность и т. д.
	Естественная вентиляция.	Перекрестная вентиляция
Прямое осушение	Способствовать теплу солнца	Солнечная выгода остекления
Косвенное осушение	Содействие косвенному потеплению,	Тепловая инерция материалов, радиационно-изоляционных стен, высокоэффективных дымоходов или радиаторов и т. д

Разработка: Автор

3.2. Разработка малоэтажного жилого комплекса в Бразилиа

Цель состоит в том, чтобы создать здание, которое обеспечивает тепловой комфорт и адекватное естественное освещение из пассивных решений, которые обеспечивают тепловой комфорт в каждом пространстве жилого здания, в свою очередь, снижая эксплуатационные расходы за счет соблюдения действующего законодательства и создания условий для получения сертификации LEED.

Предложение дома задумано с модульной структурой, которая динамически расширяется и реплицируется с игрой полных и пустых фасадов с целью обеспечения здания приятной и тонкой эстетикой. В то время как

динамика архитектурного этажа позволяет получить доступ к лоту как спереди, так и сзади, что позволяет создавать свободные зоны внутри блоков и поддерживать лучшую солнечную ориентацию. С простой, экономически жизнеспособной и простой в исполнении железобетонной конструкционной системой спроектировано жилье: для семьи из 4-6 человек. Периметр дома определяется стенами, структурированными в бетонных блоках, в то время как раздевалки, Спальня и гостиная ограничены простой в обращении гипсокартоном для любого желательного редактирования для внутренней планировки. Также подчеркивается, что стоимость жилья учитывает экономически неблагоприятный социальный статус, но не влияет на разработку устойчивых решений, необходимых Moderna и своевременных для социального характера этого жилья, таких как сбор дождевой воды для повторного использования и выработки фотоэлектрической энергии через система панелей.

Руководящие указания: пассивные стратегии: ориентационные материалы, естественная вентиляция, естественное освещение, изоляция и фазовый сдвиг. Энергоэффективные технологии: горячая вода, освещение и другая бытовая техника. Системы генерации из возобновляемых источников: фотоэлектрические, ветряные турбины, солнечные коллекторы и т. д.

3.2.1. Архитектурно-функциональное решение

Архитектурная программа, основанная на биоклиматических критериях, поднимает следующее предложение и следует следующей схеме (см. рис. 35). дом состоит из двух этажей. Предлагаемые жилые помещения имеют аналогичные архитектурные особенности и имеют следующие пространства:

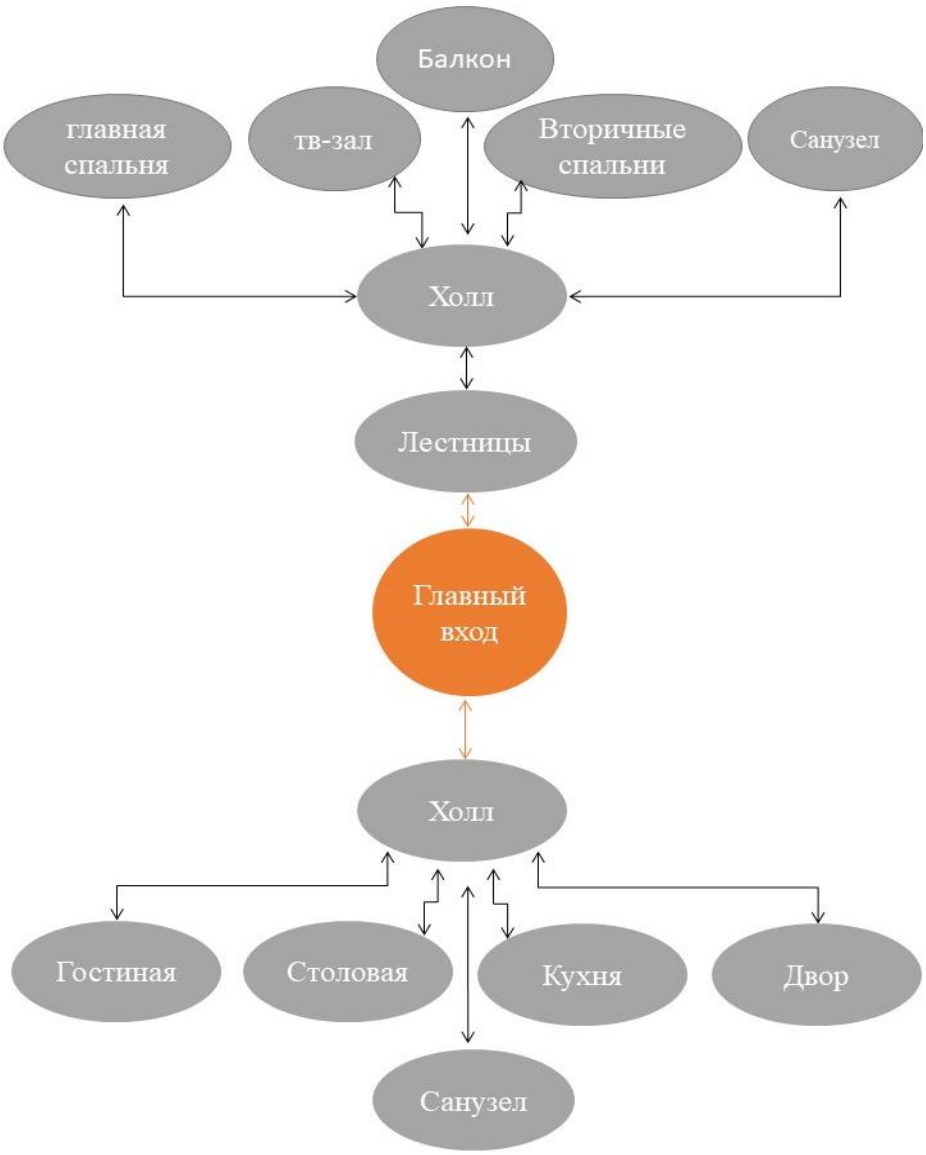


Рисунок 35: жилищный план
Разработка: Автор

Проектирование дом № 1: это дом для средней семьи в Латинской Америке, Бразилия, от 4 до 5 членов. Первый этаж проекта имеет использование, предназначенное для социальной деятельности. Решение – это дом между двумя дворами. Концепция двора дома вызывает традицию дворов и рациональность традиционного строительства, которая работает с адаптацией к климату с древней мудростью и позволяет жилым помещениям получать вентиляцию и естественный свет. Предлагаемая система внутреннего дворика улучшает акустику дома и обеспечивает максимальную конфиденциальность и климат-контроль. Он имеет 2 доступа, которые сходятся в центральной зоне циркуляции, в которой находится лестница на

второй этаж, предназначенная для «частных зон», Пространства создаются из модульной сетки «гостиная, Столовая, Кухня, Спальни» и добавляются другие меньшие модули, такие как «лестницы, ванные комнаты».

Проектирование дом № 2: это региональный односемейный дом для небольшой семьи из 2-4 человек. площадь 84 м2. Первый этаж характеризуется минимальным вмешательством перегородок, это гибкое и адаптируемое пространство, где мы размещаем социальные зоны (гостиная, кухня, столовая, место для учебы или работы), на втором этаже мы размещаем общую ванную комнату плюс две спальни. В рамках той же концепции центрального двора предыдущего жилого дома предполагается использование систем пассивного освещения и естественной вентиляции центральных дворов.

Альтернатива развернута для создания компактных ансамблей, способных связывать топографические и окрестности, чтобы определить своеобразные кварталы с собственными характеристиками. Порядок зданий был задуман как большой сад для размещения ежедневной программы деятельности. Здания сконфигурированы с перемещениями друг от друга, создавая общественные и частные сады, создавая входы в жилые помещения через ландшафтные пространства (см. рис. 36).

Чтобы побудить жителей относиться к окружающей погоде, ландшафту и структуре, в центре жилого комплекса возвышается общественная площадь. В городе есть строительные ограничения, это означает, что в зоне строительства вы должны оставить место отступления относительно 3-метровой улицы, поэтому это ограничительное пространство будет использоваться в качестве парковки.

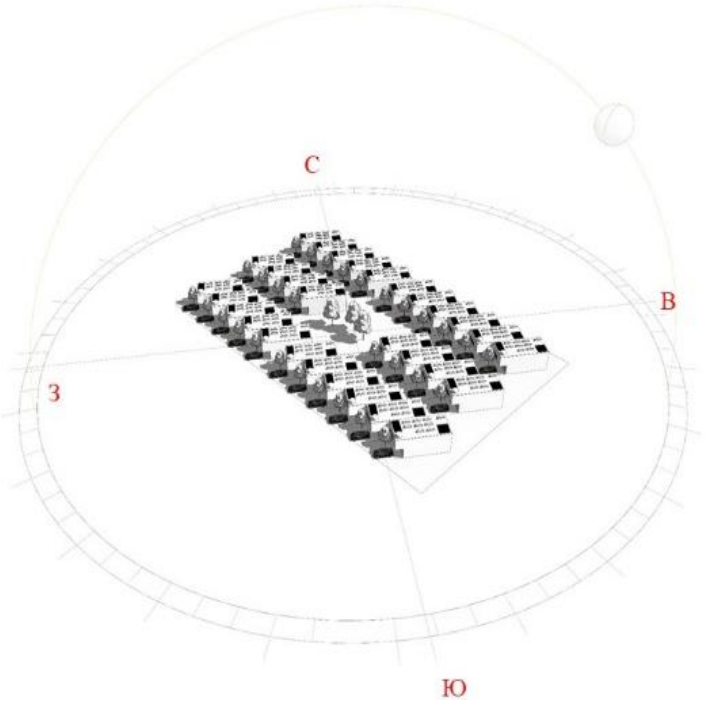


Рисунок 36: Расположение жилого комплекса
Разработка: Автор

Стратегии проектирования. Бразилиа находится в районе, характеризующемся теплыми температурами в течение 8 месяцев года [77]. Цель этого предложения-уменьшить влияние климата, чтобы создать более комфортный микроклимат как на уровне целого, так и в каждом из домов.

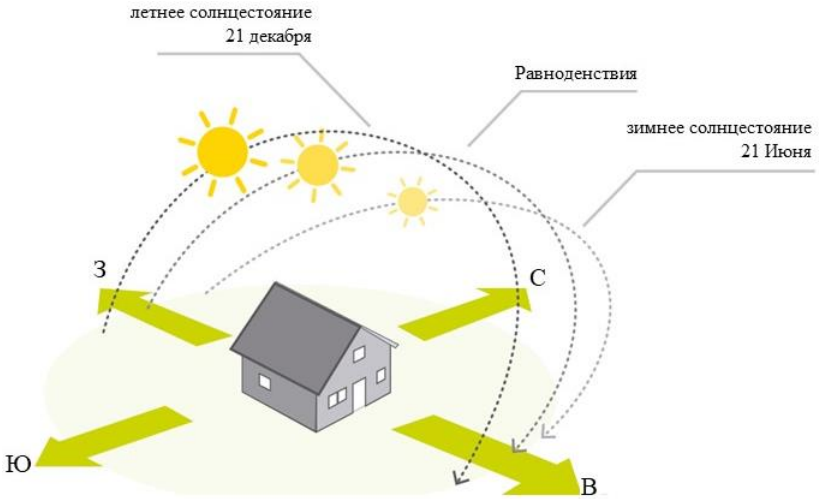


Рисунок 37. солнечная радиация на северной стороне и использование фотоэлектрических панелей
Разработка: Автор

Солнечная радиация города Бразилиа в среднем составляет 6,1 киловатт-часа, что является приемлемым процентом, поэтому возникает вопрос об использовании фотоэлектрических панелей на палубе дома для улавливания солнечных лучей, хранения, поддержания и распределения тепла. Чтобы получить наибольшее количество излучения, фотоэлектрические панели ориентированы на Север, причем эта ориентация наиболее подходит в южном полушарии планеты, потому что солнце движется вдоль этой стороны полушария (см. рис. 37).

Расположение домов будет таким, что приведет к прямому проникновению солнечного света внутрь. Окружающая среда социальной зоны, такая как: гостиная, столовая, кухня, будет сосредоточена на застекленных стенах для солнечной энергии утром и солнечно-ориентированных комнатах утром и вечером. Дом ориентирован на закат, и, будучи жилым комплексом, дома упорядочены один за другим (См Рис 38). Таким образом, единственные дверные и оконные проемы даны на западном и восточном фасадах, как указано окна расположены в передней и задней части дома, что обеспечивает приятное и эффективное естественное освещение в течение всего дня (см. рис. 38).

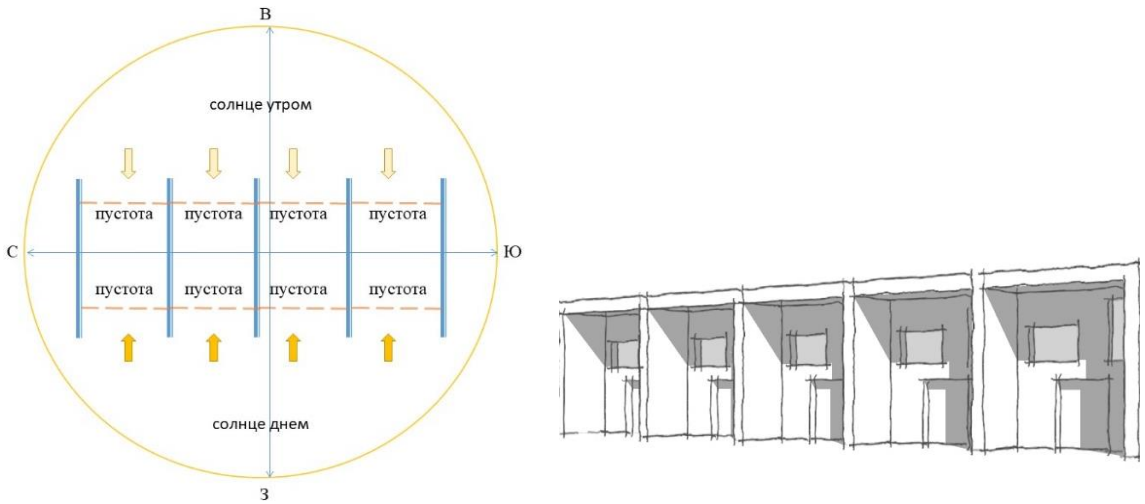


Рисунок 38: Ориентация домов
Разработка: Автор

Форма здания: для предложения есть прямоугольный базовый объем со вставками, которые выходят во дворы, чтобы иметь лучшую вентиляционную

обработку и привлекать природу к жилью, чтобы создать микроклимат и превратить двор в естественный очиститель жилья и лучше управлять светом (см. рис. 39).

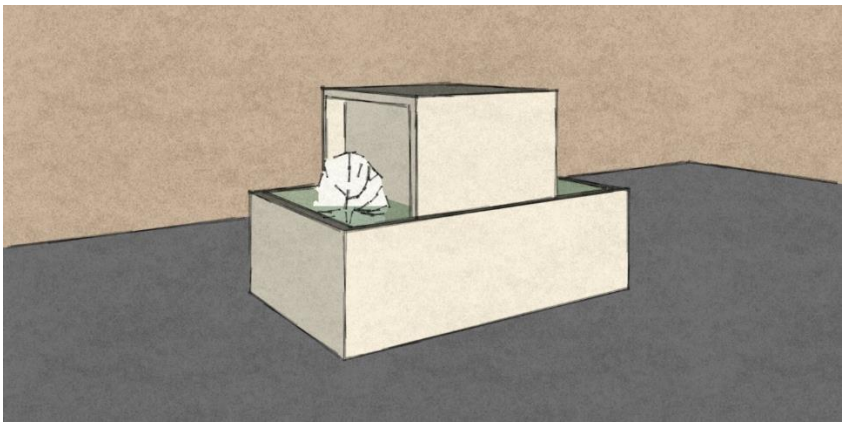


Рисунок 39: Форма здания
Разработка: Автор

Вентиляция: будет использоваться перекрестная вентиляция, которая состоит из содействия движению воздуха из одного пространства или последовательности связанных пространств путем размещения отверстий, которые открываются на два противоположных фасада (см. рис. 40).

Рисунок 40: Диаграммы для вентиляции
Разработка: Автор

Сделанное предложение направлено на увеличение циркуляции воздуха в пространствах, что требуется посредством перекрестной циркуляции. Для этого предлагается держать двери и окна дома в открытом месте и, таким образом, вызывать циркуляцию ветра снаружи внутрь и его выход.

Вентиляция на крыше (см. рис. 41). В ванных комнатах второго этажа (см. рис. 42 и 43) было предусмотрено использование световых люков, эти элементы позволяют использовать естественное солнечное освещение в

качестве гарантии для улучшения пространственного качества зданий, а также экономии энергии. Эта операция была предпринята для использования естественного света.

Рисунок 41: Освещение и вентиляция через световые люки
Разработка: Автор

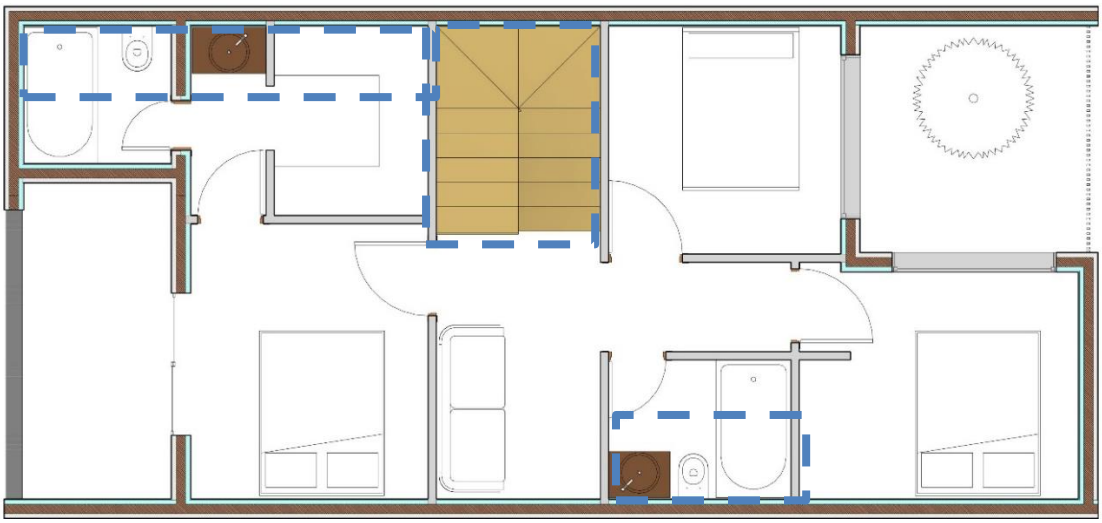


Рисунок 42: расположение световых люков. проектирование 1. этаж: 2
Разработка: Автор

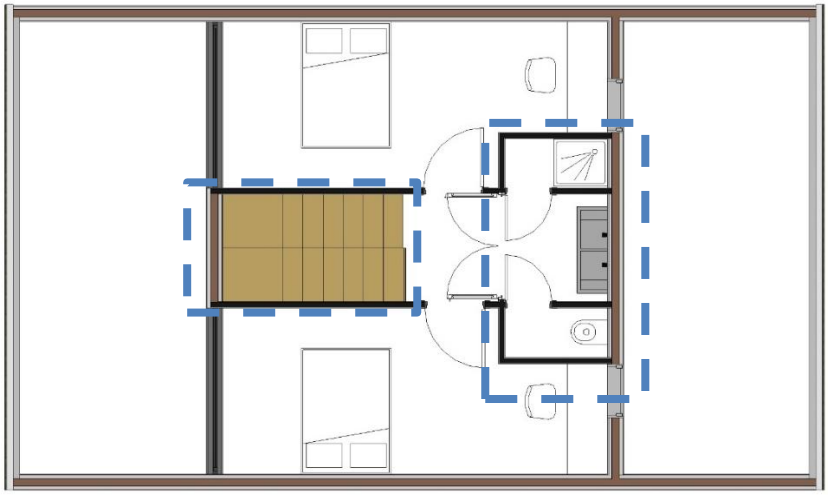


Рисунок 43: расположение световых люков. проектирование 2. этаж: 2
Разработка: Автор

Солнечный контроль: считается целесообразным избегать чрезмерного излучения в доме, особенно на фасаде, обращенном к солнцу на закате, и для этого были подняты следующие альтернативы: окна, такие как утечка тепла, также являются элементами, которые вызывают наибольшую потерю тепла, поэтому были предложены окна с двойным стеклом, избегая при этом потерь тепла (см. рис. 44- 45).

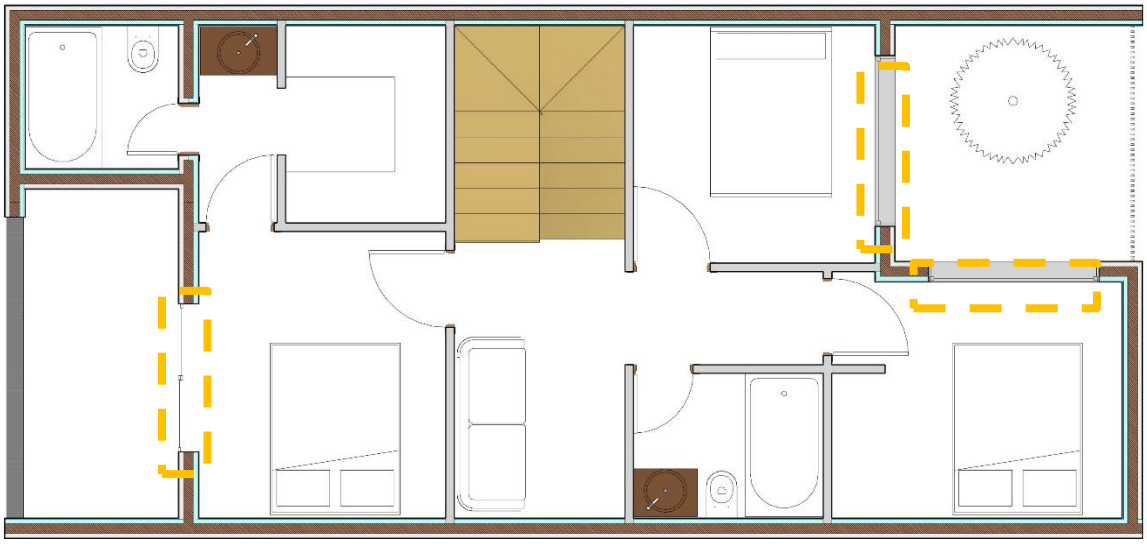


Рисунок 44. Расположение окон с двойным остеклением проектирование 1. этаж: 2
Разработка: Автор

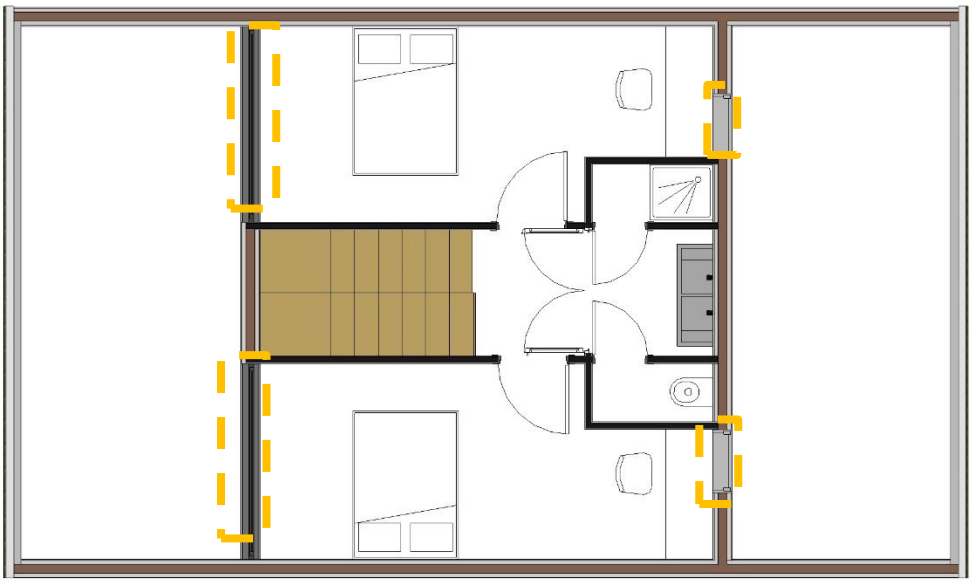


Рисунок 45. Расположение окон с двойным остеклением проектирование 2. этаж: 2
Разработка: Автор

Рисунок 46 Оконная схема с двойным стеклом
источник: https://oknanagoda.com/okna/plastik/ispolzovanie-dvoynykh-steklopaketov.html

Эти окна расположены на втором этаже дома (см. рис. 46). Поскольку это пространство, которое находится в контакте с солнечными лучами и место, где необходимо поддерживать высокую температуру в течение ночи, Для оконной рамы используется материал ПВХ с высокой тепловой инерцией, который предотвратит потери тепла.

Карниз: он расположен над фасадом, который имеет большее солнечное освещение, которое будет образовано расширением крыши. Это обеспечивает высокую защиту от солнечного излучения в зависимости от размера пролета крыши (см. рис. 47).

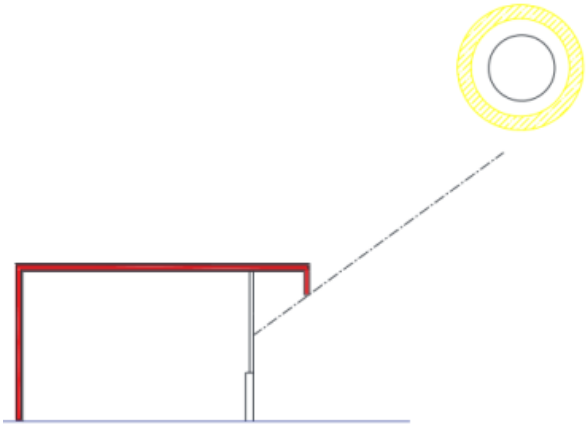


Рисунок 47. Схема защиты от солнца с карнизом
Источник. https://investigarqcom.wordpress.com/2018/05/07/analisis-y-prueba-de-dispositivos-de-control-solar-para-obtener-confort-termico-en-el-edificio-ubicado-en-la-calle-huerto-de-framboyanes-esquina-avenida-universidad/

Защита от солнца – перголы и перегородки из дерева:

Это предложение включает в себя размещение деревянных планок, которые расположены перед окнами. Утром и вечером солнечные лучи уменьшают падение солнца в зависимости от положения окна, а палуба реализует ту же систему с деревянными рейками с тем же назначением защиты от солнца, кроме этой системы сверху можно было бы реализовать растительность (см. рис. 48).

В части стен поднимается вертикальная решетчатая система, которая функционирует как жалюзи (см. рис. 49) и позволяет пользователю контролировать их связь с внешним видом, кроме того, эта функция позволяет контролировать конфиденциальность в каждом пространстве и, в свою очередь, естественную вентиляцию. Система конвертов позволяет не использовать стекло между решетчатыми пространствами и позволяет использовать материалы из региона, такие как древесина, которая оказывает низкое воздействие на окружающую среду.

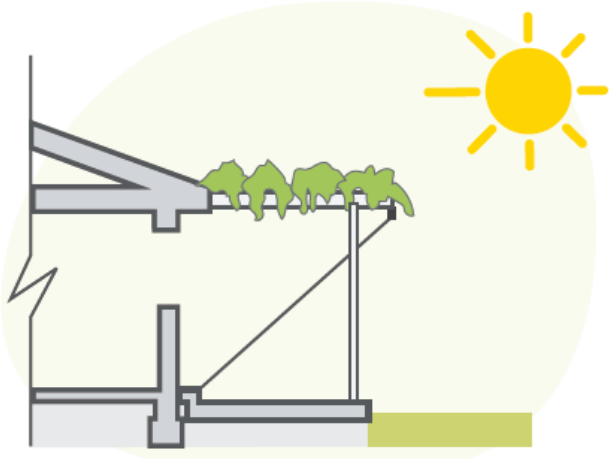


Рисунок 48: Защита от солнечных лучей с системой деревянных перегородок и растительности.
Разработка: Автор

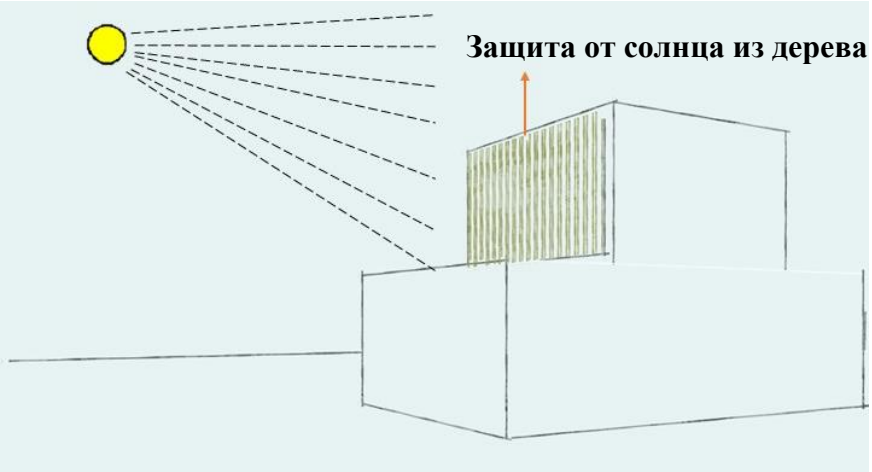


Рисунок 49. вертикальные деревянные решетки,
Разработка: Автор

Внедрение фотоэлектрических панелей: предлагается снабдить здание фотоэлектрической системой, подключенной к сети. В проекте рассматривается источник освещения, так как источник питания для бытовой техники будет обеспечиваться самостоятельно. Панели расположены на крыше, обращенной к северу, чтобы получать наибольшее количество солнечной энергии.

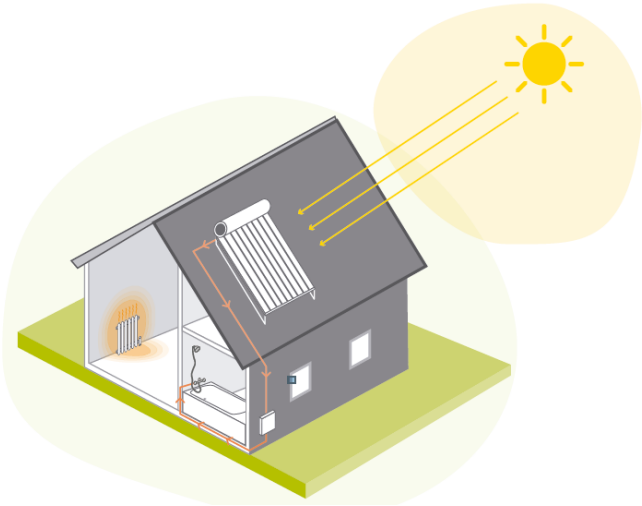


Рисунок 50. Фотоэлектрические панели
Разработка: Автор

Проектирование: Внутренние пространства дома были расположены таким образом, что солнечная адаптация и естественное освещение находятся в нужных им пространствах (см. рис. 39 и 40).

Проектирование дома №1. Утром естественный свет будет излучать кухонное пространство и зоны обслуживания, эти пространства часто используются утром. Социальная зона, ее использование предусмотрено в любое время суток, поэтому столовая и гостиная находятся между большими окнами, которые были обращены с востока на запад, и естественный свет присутствует весь день, на втором этаже есть места для отдыха «спальни». Главная спальня расположена на восточной стороне, а две вторичные спальни выходят на заходящее солнце (см. рис. 51).

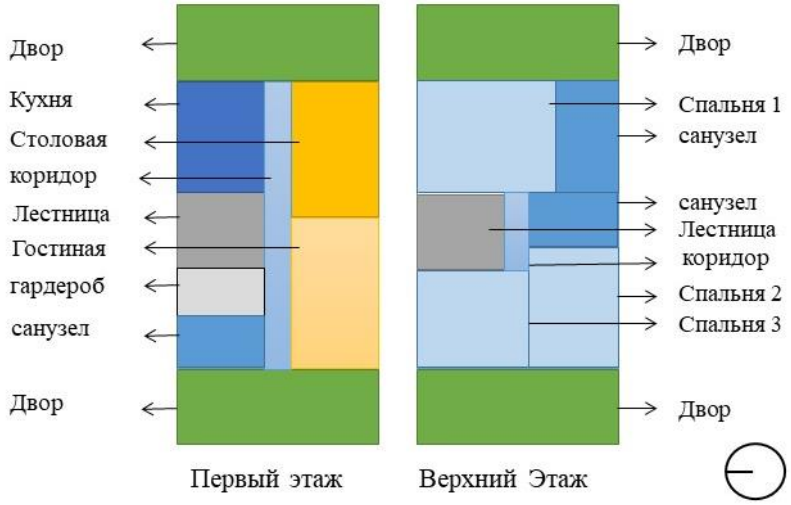


Рисунок 51. Распределение внутренних жилых помещений проектирование 1
Разработка: Автор

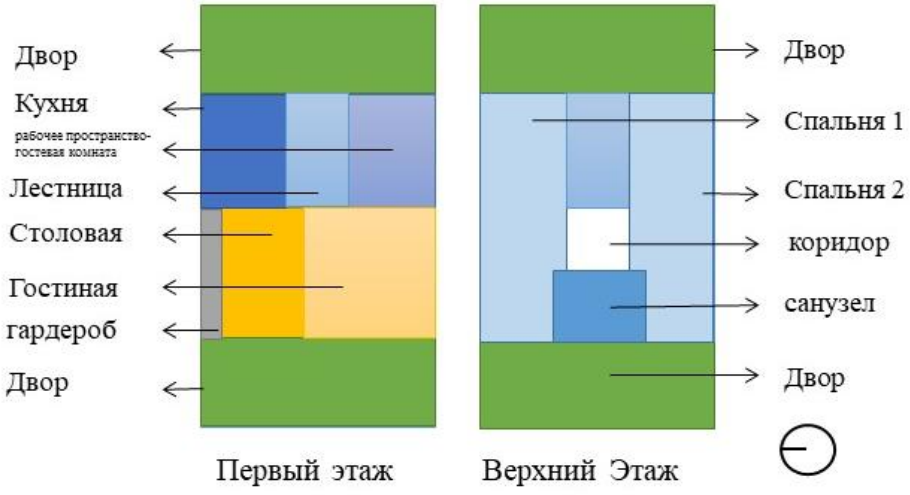


Рисунок 52. Распределение внутренних жилых помещений проектирование 2
Разработка: Автор

Проектирование дома №2. На первом этаже расположены общие помещения в середине двух садовых дворов, что создает расположение

больших окон и дверей, которые выходят на эти садовые дворы, обеспечивая естественное освещение и вентиляцию всей площади первого этажа, верхний этаж предназначен для спален и ванных комнат, спальни имеют перекрестную вентиляцию, каждая спальня ориентирована с востока на запад (См. рис 52).

3.2.2. Материалы

Предложение о жилье, стремится быть реплицируемой моделью. По этой причине возникает конструктивная система, которая как можно меньше влияет на природный ландшафт и позволяет модель самостроения. Эти функции позволяют пользователям участвовать в процессе строительства жилья. Две конструкции основаны на структуре железобетонных колоннах Стены периметра представляют собой блоки из газобетона, называемые стерилизованными «Gasbeton Sysmic» (См. Рис 53), эти блоки обеспечивают хорошие тепловые характеристики как зимой, так и летом (см. Таблицу 10). благодаря значениям теплопроводности 0,08 Вт / Мк при сохранении очень высоких характеристик звукоизоляции и тепловой инерции без добавления дополнительных изоляционных материалов. Стена построена с очень тонким слоем клеевого раствора «толщиной 1,5 мм», сводя к минимуму ошибки укладки и тепловые мосты.

Материалы с высокой тепловой массой обладают способностью поглощать и хранить тепловую энергию. Правильное использование тепловой массы по всему дому может существенно повлиять на комфорт и затраты на отопление и охлаждение. Тепловая масса стен, которые составляют дом, в значительной степени способствует комфорту и экономии отопления и охлаждения. Тепловая масса может хранить солнечную энергию в течение дня и повторно излучать ее ночью.

таблица 10:
Механические и физические свойства бетонных блоков

Размеры	Плотность	Теплопроводность	Теплопередача	коэффициент диффузии	Огнестойкость

24*25*60 см	350 кг/m³	λ=0.080 В / мК ватт / метр-Кельвин	U: U: 1,258 Вт U = общий коэффициент теплопередачи	μ = 5	240 EI – A1 EI = грузоподъемность, устройство и изоляция A1 = самая высокая европейская система оценки реакции на огонь

Источник: : https://www.gasbeton.it/es/productos/bloques/#sysmic

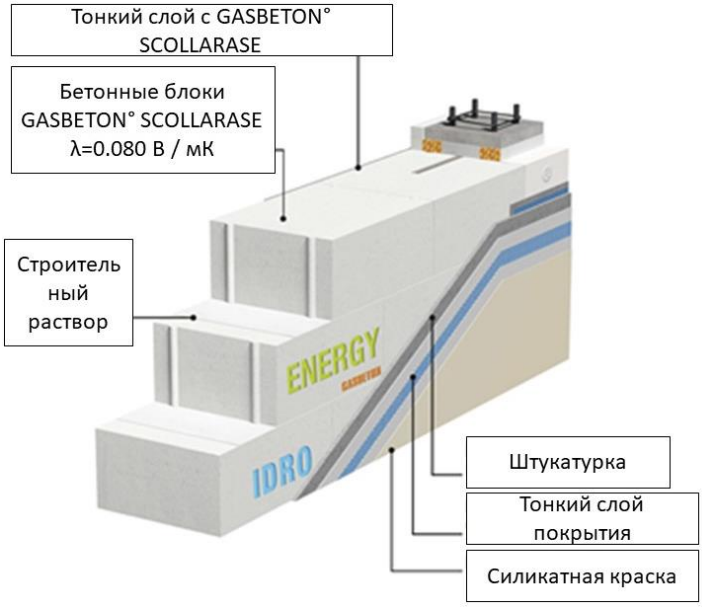
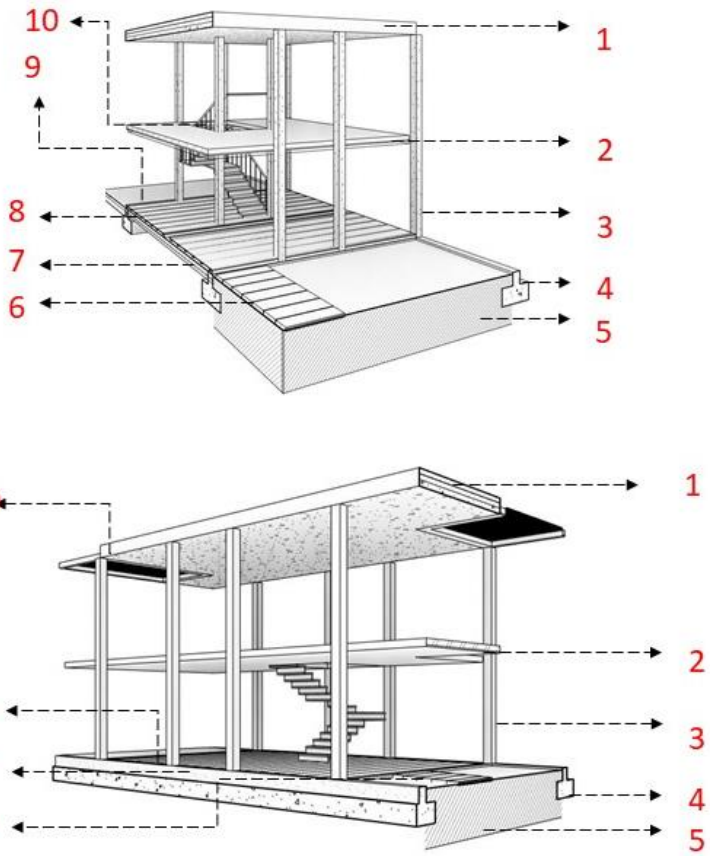


Рисунок 53: Особенности бетонного блока
источник: https://ru.weatherspark.com

Фундаменты жилища неглубокие в непрерывных основаниях в железобетоне, которые соединяются со структурными стенами (см. рис. 54).

На полу жилища используется циклопическая бетонная конструкция, на которой установлена металлическая конструкция с деревянными досками толщиной 1,5 см с удлинением между досками 3 мм, что позволяет размерам доски расширяться или уменьшаться в зависимости от влажности и условий температура.



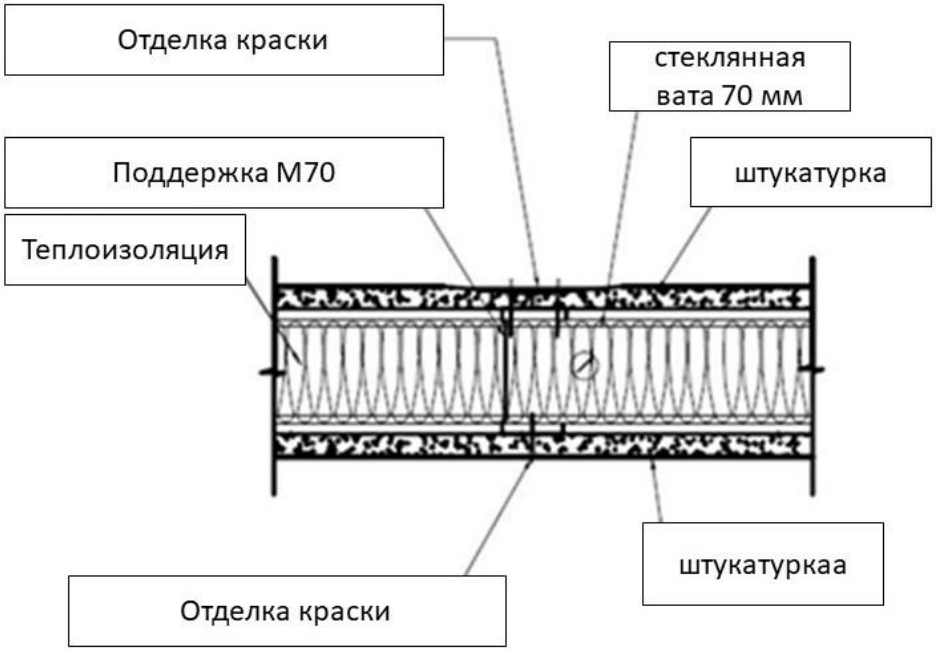
1 Крышка плиты
2 Плиты перекрытия
3 Структурная колонна
4 Бетонный башмак
5 почва
6 плиточные плиты
7 Улучшение почвы
8 Металлические Профили
9 деревянные доски
10 Лестница

Рисунок 54. общая деталь структуры жилища
Разработка: Автор

Деревянный пол поднимается на 30 см от уровня земли, чтобы избежать влаги. Лестница построена из бетона с деревянной облицовкой

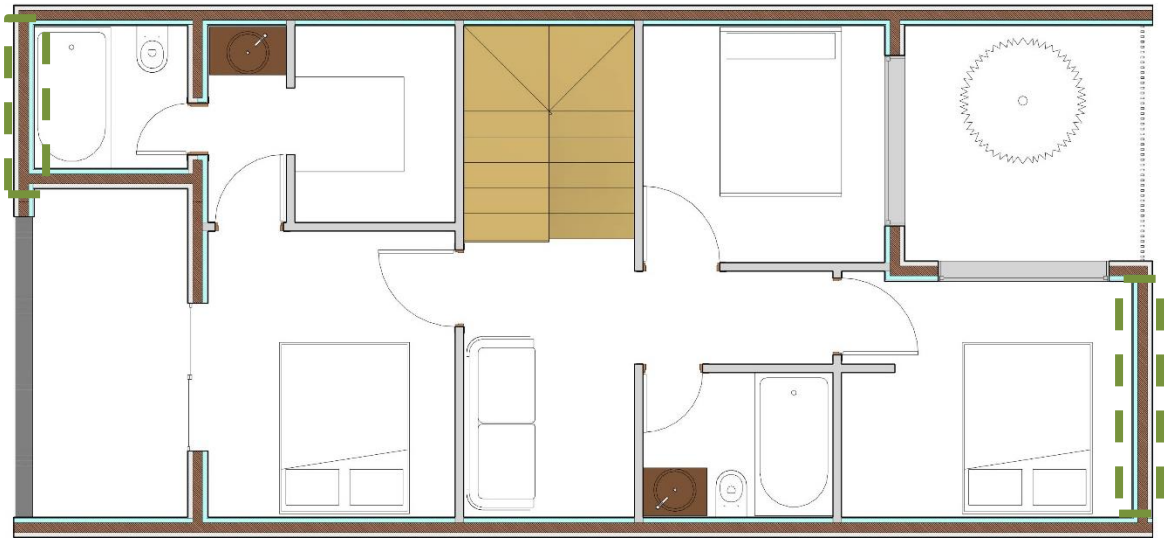
Внутренние стены дома в структуре в перегородке под названием «Placo Acoustic» эта система используется в Бразилии. Он состоит из 12-мм гипсокартона, рельсовой конструкции «R70», трубчатой рамы «70», с изоляцией из стекловаты, которая создает термо-акустическую изоляцию пространств (см. Рис 55). Конфигурация этой системы имеет толщину 100 мм. Этот тип стены идеально подходит для внутренних помещений и может

применяться в сухих и влажных помещениях, требующих максимальной звукоизоляции и звукоизоляции.



*Р*исунок 55. Строя деталь внутренних стен
Разработка: Автор

Стены, покрытые зеленью. Эта стена расположена на фасадах домов (см. рис. 56). Эта система зеленых стен позволяет нам внедрять здания, которые активно улучшают городское биоразнообразие и качество воздуха, а также решать проблемы экологического регулирования, такие как чистое увеличение биоразнообразия и фактор городского озеленения (см. Рис 57). Когда пространства мало, органический вертикальный сад является идеальным решением для обеспечения ценных экологических выгод и создания долгосрочного экологического актива.



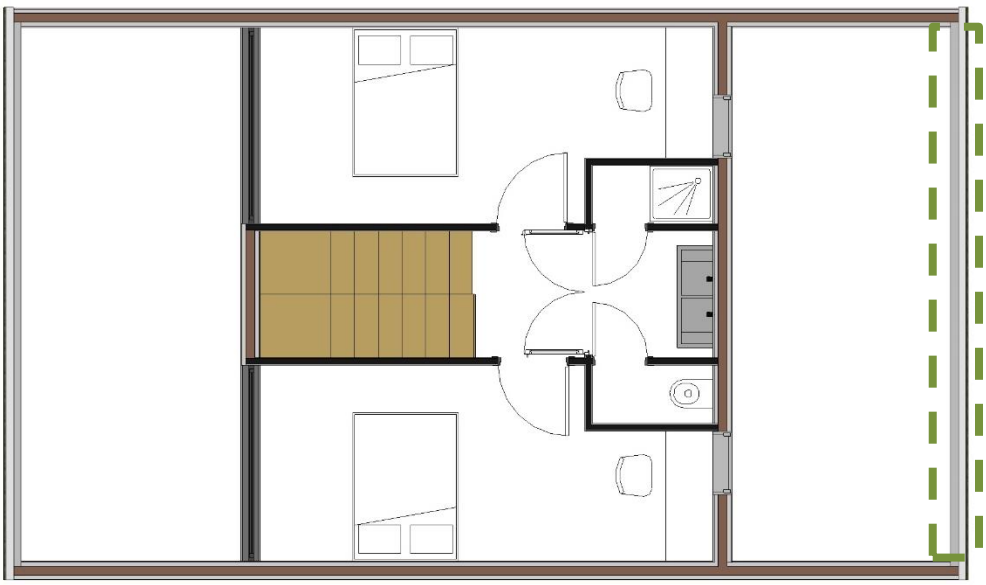
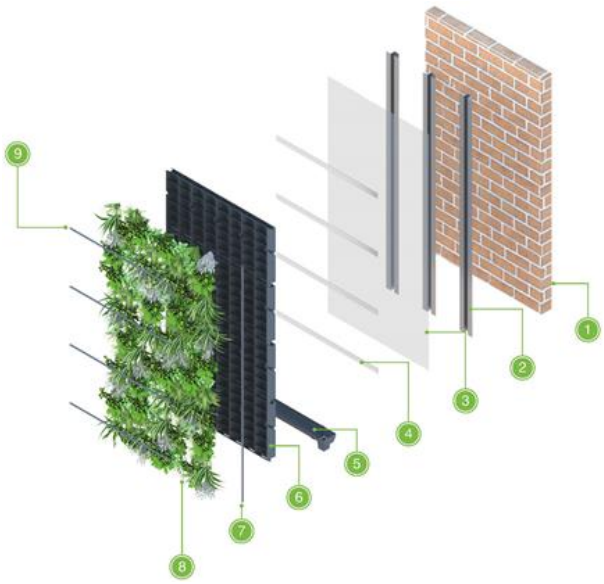


Рисунок 56. Расположение стен с растительностью
Разработка: Автор



Система стены с растительностью

Рисунок 57. Строя деталь стены с зеленью
Разработка: Автор

1. Кирпичная стена
2. Вертикальная опорная рейка Omega
3. Водонепроницаемая мембрана
4. Крепежная рейка 48x12 мм
5. Споут
6. Модуль живой стены 500x250x100мм
7. Вертикальная оросительная труба 16 мм
8. Посадка растений
9. Регулируемая оросительная труба со встроенным излучателем 16 мм

Крыша построена с уклоном 1% в конструкции из балок и бетона с верхним слоем битума и изоляцией, гидроизоляционная мембрана защищает конструкцию от атмосферных воздействий и механических повреждений, способствует теплоизоляции кровли и, кроме того, обеспечивает хорошую эстетическую отделку. Он состоит из экструдированного изоляционного основания из полистирола, соответствующего стандарту UNE in 13164, и высокопроизводительного пористого бетонного дренажного слоя.

В этой работе было рассмотрено использование материалов с более высоким коэффициентом тепловой массы (см таб), а внутренние стеновые панели формируются из менее плотных материалов.

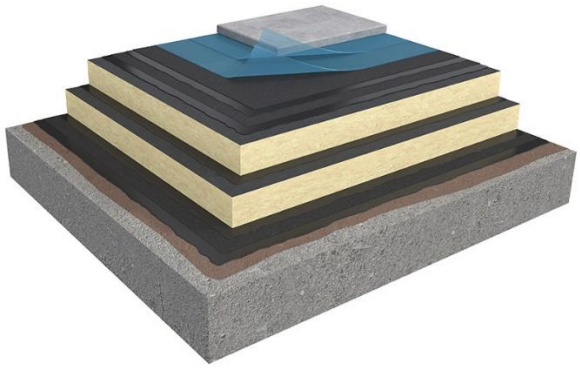


Рисунок 58. конструктивная деталь крыши
источник: https://bmisverige.se/produkter/inbyggda-tatskikt/terrass/pagjutning-med-betong/2-lags-kompakttak-isolerat-med-pir

таблица 11
Строительные материалы

	Материалы	толщина mm	Плотность кг/м³		Удельная теплоемкость Дж/кгК	Проводимость (λ)
Внешняя стена дома	Железобетон	150	950		656,9	0,209
	Изолятор из полиэтилена	50	46		1130	0,008
	Слой штукатурки	10	1200		840	0,52
	Мадейра	30	300		2301	0,343
Внутренняя стена дома	Гипсокартон	100	1200		840	0,52
Стены во влажных помещениях	Кирпич	90	1200		836	0,49
	Миномет	20	1650		920	0,72
	Гипс	10	1200		840	0,52
Деревянные полы	Бетонная плита	120	950		656,9	0,209
	Миномет		30	1650	920	0,72
	Воздушная камера		50	1,3	1004	5,56
	Деревянная боль		20	550	2301	0,343
Бетонный пол	Почва		1500	1300	1046	0,837
	каменная посадка		200	1800	1000	0,96
			50	3800	656,9	0,209
	Фарфоровый раствор		20	2000	850	1200
Бетонная плита	Гидроизоляционный асфальт		5	900	1966	0,088
	Бетон		120	950	656,9	0,209
	Воздушная камера		50	1,3	1004	5,56
	Гипсовый изолятор		5	1200	840	0,52

Разработка: Автор

3.2.3. Сертификация LEED

Было проведено исследование исходных условий жилого проекта с включением критериев устойчивости для определения этих условий в каждую из категорий сертификации LEED, которые подробно объясняются ниже.

Интегративный Процесс. Эта категория направлена на интеграцию устойчивых стратегий проектирования и строительства с участием всех областей, которые будут частью проекта. Очки, присуждаемые в этой категории, составляют 2 балла.

Расположение и транспорт. Категория вознаграждает дизайн проекта на участках, которые позволяют сократить километры, пройденные транспортным средством, облегчить использование общественного транспорта и улучшить здоровье пассажиров за счет увеличения ежедневной физической активности. Максимальное количество баллов, присужденных в этой категории, составляет 15 баллов.

Устойчивые участки. Категория предназначена для принятия выбора места, где будут расположены проекты, подлежащие сертификации. Расположение должно обеспечивать сохранение экосистем, сокращение выбросов CO2 и эффект "острова тепла", а также реализации стратегий, связанных с защитой окружающей среды. Максимальное количество баллов, присужденных в этой категории, составляет 7 баллов.

Эффективность экономии воды. Категория вознаграждает сокращение спроса на воду проекта за счет использования высокоэффективного оборудования (водосберегающие санитарные системы) и эффективных методов садоводства (соответствующие методы орошения). Максимальное количество баллов, присужденных в этой категории, составляет 12 баллов.

Энергия и атмосфера. Категория позволяет определить стратегии энергосбережения в зданиях. Максимальное количество баллов, присужденных в этой категории, составляет 37 баллов.

Материалы и ресурсы. Категория направлена на минимизацию загрязнения, определяемого такими факторами, как окончательный сброс отходов на этапе строительства. Аналогичным образом, он поощряет повторное использование материалов, полученных в результате сноса, и использование здорового сырья. Максимальное количество баллов, присужденных в этой категории, составляет 9 баллов.

Качество окружающей среды в помещении. Категория вознаграждает стратегии, принятые на этапе проектирования, с целью защиты здоровья пассажиров за счет повышения комфорта в таких факторах, как температура, воздух и видимость. Максимальное количество баллов, присужденных в этой категории, составляет 18 баллов.

Инновация. Категория является необязательной и предназначена для реализации конструктивных методов и стратегий, отличных от тех, которые изложены в сертификации, которые повышают производительность зданий. Максимальное количество баллов, присужденных в этой категории, составляет 6 баллов.

Региональный приоритет. Категория является необязательной и вознаграждает те проекты, которые используют устойчивые стратегии в зонах, определенных USGBC как "экологические зоны". Максимальное количество баллов, присужденных в этой категории, составляет 4 балла.

Результаты. Минимальный балл, который необходимо получить, чтобы выбрать один из уровней сертификации, предлагаемых LEED, выглядит следующим образом: 40 баллов за СЕРТИФИЦИРОВАННЫЙ LEED, 50 баллов за LEED SILVER, 60 баллов за LEED GOLD, 80 баллов за LEED PLATINUM и 110 баллов за максимально возможный балл.

Ожидается, что потребление воды сократится на 40% за счет:

Хранение дождевой воды для полива и туалетов использование зеленой крыши для сбора ливневых вод. Внутри дома комфортная и здоровая среда будет обеспечена для пользователей.

Перекрестная вентиляция: установлена надлежащая вентиляция для контроля источников запахов, химических веществ, выбросов углекислого газа и обеспечения надлежащего качества воздуха в помещении.

таблица 12.

Экосертификация проекта системы Leed

Описание	**Максимальное значение для сертификации**	**оценка проекта**
Интегративный Процесс	2 баллов	1 баллов
Расположение и транспорт	15 баллов	8 баллов
Устойчивые участки	7 баллов	4 балла
Эффективность использов. воды	12 баллов	10 баллов
Энергия и атмосфера	37 баллов	30 баллов
Материалы и ресурсы	9 баллов	8 баллов
Качество окружающей среды в помещении	18 баллов	11 баллов
Инновация	6	3
Региональный приоритет	4	4
общая сумма	110	78 баллов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования можно сделать выводы.

- Обобщен опыт проектирования и строительства зданий с биоклиматическими комфортными характеристиками.
- Проанализированы и уточнены термины «комфортная среда», «тепловой комфорт», их понимание в истории.
- Рассмотрены принципы устойчивого развития с точки зрения проектирования зданий.
- Проанализированы нормы и требования, регулирующие стандарты комфорта в здании.
- Проанализирован опыт использования и эксплуатации теплоизоляционных материалов в сочетании с автоматизированными системами теплового контроля.
- Исследованы современные тенденции биоклиматической архитектуры.
- Разработан проект малоэтажных зданий и жилого комплекса, адаптированных к жарким климатическим условиям.

Цель проекта состочла в том, чтобы включить элементы и условия для принятия мер и решений в рамках охраны и сохранения окружающей среды и на основе принципа устойчивости ее развития. Так ка строительная деятельность в основном влияет на окружающую среду, важно, чтобы на этапе архитектурного проектирования жилья учитывались критерии и параметры устойчивости, чтобы здание оказывало наименьшее воздействие на окружающую среду.

Анализ климатических условий окружающей среды, требований пользователей, определение стратегий проектирования, позволили реализовать предложение архитектурной модели для улучшения теплового

комфорта в домах без поддержки искусственных систем кондиционирования воздуха.

Благодаря используемым стратегиям проектирования, состоящим из: ориентации, элементов солнечного контроля, систем и конструкционных материалов, в интерьерах дома были достигнуты приятные условия. Естественная вентиляция внутри дома реализована благодаря некоторым стратегиям биоклиматического дизайна, таким как: перекрестная вентиляция для содействия вентиляции, которая исходит от преобладающих ветров.

Чтобы контролировать солнечную радиацию, дома должны иметь поднятые карнизы и движущиеся части фасада с более высоким углом для создания тени от солнца.

Наконец, проведение анализа климатических условий, индивидуальных стратегий проектирования важны для достижения биоклиматической архитектуры, применяемой к жилищам, улучшения теплового комфорта. Как определено в таблицах, температура в спроектированных домах колеблется от 18° до 23°, что позволяет нам иметь приятные температуры днем и ночью.

Рекомендации. Методология проектирования, применяемая для этого исследования, не позволяет проверить значения температуры в домах с помощью программного обеспечения для моделирования климата, специально предназначенного для этой темы. Предлагается рассмотреть все этапы, поднятые здесь, для разработки устойчивого и устойчивого архитектурного дизайна с течением времени, который будет анализировать и учитывать экологические особенности, будет включать создание жестких, не оформленных в настоящее время структур, которые создают комфорт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ

[1] P. Šujanová, M. Rychtáriková, T. Sotto Mayor, and A. Hyder, “A healthy, energy-efficient and comfortable indoor environment, a review,” *Energies*, vol. 12, no. 8, p. 1414, 2019.

[2] D. Enescu, “A review of thermal comfort models and indicators for indoor environments,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 79, pp. 1353–1379, Nov. 2017.

[3] “Climate and Average Weather Year Round in Brasília Brazil.” [Online]. Available: https://weatherspark.com/y/30238/Average-Weather-in-Brasília-Brazil-Year-Round. [Accessed: 24-Feb-2022].

[4] “U.S. Green Building Council Announces Top 10 Countries and Regions for LEED Green Building | U.S. Green Building Council.” [Online]. Available: https://www.usgbc.org/articles/us-green-building-council-announces-top-10-countries-and-regions-leed-green-building. [Accessed: 11-Mar-2022].

[5] “Standard 55 – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.” [Online]. Available: https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy. [Accessed: 11-Mar-2022].

[6] “ISO - ISO 7730:2005 - Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.” [Online]. Available: https://www.iso.org/standard/39155.html. [Accessed: 11-Mar-2022].

[7] S. Colenberg, T. Jylhä, and M. Arkesteijn, “The relationship between interior office space and employee health and well-being--a literature review,” *Build. Res. Inf.*, vol. 49, no. 3, pp. 352–366, 2021.

[8] S. Attia and S. Carlucci, “Impact of different thermal comfort models on zero energy residential buildings in hot climate,” *Energy Build.*, vol. 102, pp.

117–128, 2015.

[9] P. Höppe, “Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort,” *Energy Build.*, vol. 34, no. 6, pp. 661–665, 2002.

[10] J. F. Nicol and M. A. Humphreys, “Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings,” *Energy Build.*, vol. 34, no. 6, pp. 563–572, 2002.

[11] M. P. Vitruvius, “The ten books on architecture, translated by Morris Hicky Morgan,” 1960.

[12] S. V Szokolay, “Thermal Comfort and Passive Design,” in *Advances in Solar Energy: An Annual Review of Research and Development Volume 2*, K. W. Böer and J. A. Duffie, Eds. Boston, MA: Springer US, 1985, pp. 257–296.

[13] K. Fabbri, “A Brief History of Thermal Comfort: From Effective Temperature to Adaptive Thermal Comfort BT - Indoor Thermal Comfort Perception: A Questionnaire Approach Focusing on Children,” K. Fabbri, Ed. Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 7–23.

[14] A. P. Gagge, “The linearity criterion as applied to partitional calorimetry,” *Am. J. Physiol. Content*, vol. 116, no. 3, pp. 656–668, 1936.

[15] P. O. Fanger, “Calculation of thermal comfort-introduction of a basic comfort equation,” *ASHRAE Transacions*, vol. 73, 1967.

[16] S. Herrera, “Trends Report: Comfort in Architecture,” *ArchDaily*, 2019. [Online]. Available: https://www.archdaily.com/915587/january-trends-report-comfort-in-architecture. [Accessed: 21-Mar-2022].

[17] М. Замятина, “Дома будущего в настоящем,” *Archi.RU*. [Online]. Available: https://archi.ru/tech/35988/doma-buduschego-v-nastoyaschem. [Accessed: 24-Mar-2022].

[18] S. Roaf and M. Hancock, “Energy efficient building,” 1992.

[19] J. F. Nicol and S. Roaf, “Rethinking thermal comfort,” *Build. Res. Inf.*, vol. 45, no. 7, pp. 711–716, Oct. 2017.

[20] M. Taleghani, M. Tenpierik, S. Kurvers, and A. Van Den Dobbelsteen, “A review into thermal comfort in buildings,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol.

26, pp. 201–215, 2013.

[21] M. Lu, S. Hu, Z. Mao, P. Liang, S. Xin, and H. Guan, “Research on work efficiency and light comfort based on EEG evaluation method,” *Build. Environ.*, vol. 183, p. 107122, 2020.

[22] N. Ziaee and R. Vakilinezhad, “Multi-objective optimization of daylight performance and thermal comfort in classrooms with light-shelves: Case studies in Tehran and Sari, Iran,” *Energy Build.*, vol. 254, p. 111590, 2022.

[23] Moreira Susanna, “Light comfort strategies applied in housing projects,” *Archy daly*, 2021. [Online]. Available: https://www.archdaily.mx/mx/959801/estrategias-de-confort-luminico-aplicadas-en-proyectos-de-vivienda. [Accessed: 22-Mar-2022].

[24] “EN 15251:2007.” [Online]. Available: https://store.uni.com/catalogo/en-15251-2007?josso_back_to=https://store.uni.com/josso-security-check.php&josso_cmd=login_optional&josso_partnerapp_host=store.uni.com. [Accessed: 19-Feb-2022].

[25] J. Zhu, “Conversion of Earth-centered Earth-fixed coordinates to geodetic coordinates,” *IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst.*, vol. 30, no. 3, pp. 957–961, 1994.

[26] F. Manzano-Agugliaro, F. G. Montoya, A. Sabio-Ortega, and A. García-Cruz, “Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 49, pp. 736–755, 2015.

[27] B. Garzón, *Bioclimatic architecture*. Nobuko, 2021.

[28] D. Acosta, “Architecture and sustainable construction: concepts, problems and strategies,” *Dearq. Archit. Mag.*, no. 4, pp. 14–23, 2009.

[29] T. Beatley, “Planning and sustainability: The elements of a new (improved?) paradigm,” *J. Plan. Lit.*, vol. 9, no. 4, pp. 383–395, 1995.

[30] M. M. Conroy and P. R. Berke, “What Makes a Good Sustainable Development Plan? An Analysis of Factors That Influence Principles of Sustainable Development,” *Environ. Plan. A Econ. Sp.*, vol. 36, no. 8, pp. 1381–1396, Aug. 2004.

[31] G. Hariem Brundtland, “World Commission on environment and development,” *Environ. Policy Law*, vol. 14, no. 1, pp. 26–30, 1985.

[32] C. D. L. Ricalde, E. S. López-Hernández, and I. A. Peniche, “Sustainable or sustainable development a conceptual definition,” *Horiz. Sanit.*, vol. 4, no. 2, 2005.

[33] B. Purvis, Y. Mao, and D. Robinson, “Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins,” *Sustain. Sci.*, vol. 14, no. 3, pp. 681–695, 2019.

[34] M. Keitsch, “Sustainable architecture, design and housing,” *Sustainable Development*, vol. 20, no. 3. Wiley Online Library, pp. 141–145, 2012.

[35] L. Pietrosemoli and C. R. Monroy, “The impact of sustainable construction and knowledge management on sustainability goals. A review of the Venezuelan renewable energy sector,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 27, pp. 683–691, 2013.

[36] M. Shahda, “Vision and Methodology to Support Sustainable Architecture through Building Technology in the Digital Era,” in *International Journal of Environmental Science & Sustainable Development.*, 2018, vol. 2, p. 14.

[37] Y. de L. S. Marval, “TOWARDS THE CONSTRUCTION OF A SUSTAINABLE ARCHITECTURE IN VENEZUELA,” 2011.

[38] N. Ijjada and R. R. Nayaka, “Review on properties of some thermal insulating materials providing more comfort in the building,” *Mater. Today Proc.*, Feb. 2022.

[39] A. Ahmed, A. Qayoum, and F. Q. Mir, “Investigation of the thermal behavior of the natural insulation materials for low temperature regions,” *J. Build. Eng.*, vol. 26, no. June, p. 100849, 2019.

[40] J. Zach, A. Korjenic, V. Petránek, J. Hroudová, and T. Bednar, “Performance evaluation and research of alternative thermal insulations based on sheep wool,” *Energy Build.*, vol. 49, pp. 246–253, 2012.

[41] M. Viel, F. Collet, and C. Lanos, “Development and characterization of thermal insulation materials from renewable resources,” *Constr. Build.*

Mater., vol. 214, no. x, pp. 685–697, 2019.

[42] B. Mandili, M. Taqi, A. El Bouari, and M. Errouaiti, “Experimental study of a new ecological building material for a thermal insulation based on waste paper and lime,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 228, p. 117097, 2019.

[43] K. Pielichowska and K. Pielichowski, “Phase change materials for thermal energy storage,” *Prog. Mater. Sci.*, vol. 65, pp. 67–123, 2014.

[44] Q. Al-Yasiri and M. Szabó, “Energetic and thermal comfort assessment of phase change material passively incorporated building envelope in severe hot Climate: An experimental study,” *Appl. Energy*, vol. 314, no. March, p. 118957, 2022.

[45] M. S. Borsani, “Ecological materials: strategies, scope and application of ecological materials as generators of sustainable urban habitats,” 2011.

[46] W. Feist, J. Schnieders, V. Dorer, and A. Haas, “Re-inventing air heating: Convenient and comfortable within the frame of the Passive House concept,” *Energy Build.*, vol. 37, no. 11, pp. 1186–1203, 2005.

[47] D. Harjunowibowo, E. Cuce, S. A. Omer, and S. B. Riffat, “Recent passive technologies of greenhouse systems: a review,” 2016.

[48] R. Yumrutaş and M. Ünsal, “Energy analysis and modeling of a solar assisted house heating system with a heat pump and an underground energy storage tank,” *Sol. Energy*, vol. 86, no. 3, pp. 983–993, 2012.

[49] Ю. А. Аляутдинова, “Использование солнечной энергии для снижения теплопотерь здания,” *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. ВГ Шухова*, no. 11, pp. 47–52, 2018.

[50] H. Chang *et al.*, “Experimental study on comprehensive utilization of solar energy and energy balance in an integrated solar house,” *Energy Convers. Manag.*, vol. 105, pp. 967–976, 2015.

[51] O. Attmann, *Green architecture: advanced technologies and materials*. McGraw-Hill Education, 2010.

[52] Ö. B. Timur and E. Karaca, “Vertical gardens,” in *Advances in Landscape Architecture*, IntechOpen, 2013.

[53] M. Woods and M. B. Woods, *Seven Wonders of the Ancient World*. Twenty-First Century Books, 2008.

[54] D. Kumar, M. Alam, P. X. W. Zou, J. G. Sanjayan, and R. A. Memon, "Comparative analysis of building insulation material properties and performance," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 131, p. 110038, 2020.

[55] K. Chiang, *Vertical greenery for the tropics*. National Parks Board, 2009.

[56] P. Sunakorn and C. Yimprayoon, "Thermal Performance of Biofacade with Natural Ventilation in the Tropical Climate," *Procedia Eng.*, vol. 21, pp. 34–41, 2011.

[57] V. Laopanitchakul, P. Sunakorn, and A. Srisutapan, "Climbing-plant on solid wall for reducing energy in tropical climate," in *Proceedings of the International Conference on Sustainable Building Asia, SB07 Seoul*, 2007, pp. 271–278.

[58] J. Liao, X. Tan, and J. Li, "Evaluating the vertical cooling performances of urban vegetation scenarios in a residential environment," *J. Build. Eng.*, vol. 39, p. 102313, 2021.

[59] N. D. A. Mohammad Shuhaimi, S. Mohamed Zaid, M. Esfandiari, E. Lou, and N. Mahyuddin, "The impact of vertical greenery system on building thermal performance in tropical climates," *J. Build. Eng.*, vol. 45, no. September 2021, p. 103429, 2022.

[60] K. Nandapala and R. Halwatura, "Operational feasibility of a hybrid roof insulation system with bamboo and vegetation: An experimental study in tropical climatic conditions," *Case Stud. Constr. Mater.*, vol. 15, no. May, p. e00616, 2021.

[61] P. Bevilacqua, "The effectiveness of green roofs in reducing building energy consumptions across different climates. A summary of literature results," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 151, p. 111523, 2021.

[62] L. S. H. Lee and C. Y. Jim, "Thermal-cooling performance of subtropical green roof with deep substrate and woodland vegetation," *Ecol. Eng.*, vol. 119, no. January, pp. 8–18, 2018.

[63] T. Carter and A. Keeler, “Life-cycle cost–benefit analysis of extensive vegetated roof systems,” *J. Environ. Manage.*, vol. 87, no. 3, pp. 350–363, 2008.

[64] M. Manso, V. Sousa, C. M. Silva, and C. O. Cruz, “The role of green roofs in post COVID-19 confinement: An analysis of willingness to pay,” *J. Build. Eng.*, vol. 44, p. 103388, 2021.

[65] “Ecocasa Atelier / Encaixe Soluções Alternativas,” *ArchDaily*, 2021. [Online]. Available: https://www.archdaily.com/959899/ecocasa-atelier-encaixe-solucoes-alternativas. [Accessed: 19-Feb-2022].

[66] C. Bürklein, “STUDIOS 90 Residential Building / Sanjay Puri Architects | ArchDaily,” *Floornature Architecture & Surfaces*, 2022. [Online]. Available: https://www.archdaily.com/978915/studios-90-residential-building-sanjay-puri-architects?ad_medium=gallery. [Accessed: 18-Feb-2022].

[67] “Apartamentos Edwin M. Lee | LMSA,” *LMS Projects*, 2020. [Online]. Available: https://www.lmsarch.com/projects/edwin-m-lee-apartments. [Accessed: 18-Apr-2022].

[68] E. Cruz *et al.*, “Energy & Buildings Design processes and multi-regulation of biomimetic building skins : A comparative analysis,” *Energy Build.*, vol. 246, p. 111034, 2021.

[69] K.-C. Park, S. S. Chhatre, S. Srinivasan, R. E. Cohen, and G. H. McKinley, “Optimal design of permeable fiber network structures for fog harvesting,” *Langmuir*, vol. 29, no. 43, pp. 13269–13277, 2013.

[70] D. Gurera and B. Bhushan, “Designing bioinspired surfaces for water collection from fog,” 2018.

[71] L. H. DE FERNANDO, “BIOMIMETIC TECHNIQUES APPLIED TO ARCHITECTURE.”

[72] A. R. Parker and C. R. Lawrence, “Water capture by a desert beetle,” *Nature*, vol. 414, no. 6859, pp. 33–34, 2001.

[73] F. Soflaei, M. Shokouhian, and W. Zhu, “Socio-environmental sustainability in traditional courtyard houses of Iran and China,” *Renew. Sustain. Energy*

Rev., vol. 69, no. September, pp. 1147–1169, 2017.

[74] “LEED rating system | U.S. Green Building Council.” [Online]. Available: https://www.usgbc.org/leed. [Accessed: 24-Apr-2022].

[75] “What is LEED Certification & Steps for Getting a Certification | RTS.” [Online]. Available: https://www.rts.com/resources/guides/what-is-leed-certification/. [Accessed: 24-Apr-2022].

[76] “GPS COORDINATES OF FEDERAL DISTRICT, BRAZIL: -15.7500 Longitud: -47.7500.” [Online]. Available: https://latitude.to/map/br/brazil/regions/federal-district. [Accessed: 22-Mar-2022].

[77] “Климат, погода по месяцам, средняя температура в Бразилия (Бразилия) - Weather Spark.” [Online]. Available: https://ru.weatherspark.com/y/30238/Обычная-погода-в-Бразилия-весь-год. [Accessed: 20-Apr-2022].