

МОСКОВСКИЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ ИНСТИТУТ
(государственная академия)

На правах рукописи



Усов Ярослав Юрьевич

**ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ
БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

Специальность 05.23.21 – Архитектура зданий и сооружений.
Творческие концепции архитектурной деятельности

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата архитектуры

Москва – 2013

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Московский архитектурный институт
(государственная академия)» на кафедре «Архитектура жилых зданий»

Научный руководитель: кандидат архитектуры, старший научный сотрудник

Петрова Зоя Кирилловна

Официальные оппоненты:

Сапрыкина Наталия Алексеевна
доктор архитектуры, профессор,
ФГБОУ ВПО «Московский
архитектурный институт
(государственная академия)»,
заведующая кафедрой
«Основы архитектурного проектирования»

Пересветов Евгений Юрьевич
кандидат архитектуры,
старший научный сотрудник, директор НПЦ "Монолит"

Ведущая организация: ОАО «Центральный научно-исследовательский институт жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища)»

Защита состоится 24 декабря 2013 г. в 11.00 часов на заседании Диссертационного совета Д 212.124.02 на базе ФГБОУ ВПО «Московский архитектурный институт (государственная академия)» по адресу: 107031, г. Москва, ул. Рождественка, д.11/4, корп.1, стр. 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Московский архитектурный институт (государственная академия)»

Автореферат разослан 23 ноября 2013г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета,
кандидат архитектуры



Клименко С.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

Работа посвящена задачам проектирования биоклиматических зданий, которые представляют разновидность экологических ("устойчивых") зданий.

Обостряющаяся экологическая ситуация, скорая истощаемость природных ресурсов, высокая стоимость традиционных источников энергии, побуждают застройщиков в развитых странах мира строить здания, относящиеся бережно к природным ресурсам и дружелюбные к естественной природной среде. На основании данных об изменении запасов природных ресурсов и состоянии окружающей среды выявлено, что важнейшими факторами, влияющими на развитие современной архитектуры в рамках взаимодействия искусственной среды и природы, являются:

1) истощаемость запасов традиционных углеводородных энергоносителей, эмиссия парниковых газов и, как следствие, - необходимость поиска альтернативных источников энергии;

2) финансовый кризис и дороговизна энергоносителей, а также рост тарифов на них, побуждающие поиск экономичных решений для зданий;

3) экологическая ситуация в мегаполисах, угрожающая здоровью граждан, побуждает к воссозданию экосистемы городов;

4) сокращение зеленых насаждений, вытеснение их из города влечет за собой необходимость восполнения утраченных городом озелененных территорий.

Эти факторы определяют сегодня важнейшие направления развития современной архитектуры:

- снижение потребления невозобновляемых источников энергии и переход на альтернативные источники, уменьшение нагрузки на экосистему;

- применение экономичных объемно-пространственных, конструктивных, технических решений, призванных снизить эксплуатационные расходы;

- отказ от использования неэкологичных материалов в строительстве, вторичное использование природных ресурсов;

- использование озелененных пространств в здании и внешнего озеленения на фасадах, кровлях и прилегающей территории.

Уплотнение застройки, переход к строительству зданий повышенной этажности отрицательно влияет на экологическое состояние окружающей среды в городах. Сокращается количество парков и озеленения в городе, изменяется характер движения воздушных потоков в застройке, повышается температура воздуха в жаркий период, что в совокупности ухудшает микроклимат городской среды. На плохое качество воздуха жалуется 70% жителей верхних этажей, число заболеваний жителей также выше на 45%, чем на нижних этажах, уровень шума выше на 5-9 децибел, люди чаще испытывают психологический дискомфорт в отрыве от естественного природного ландшафта.¹ Преодоление этой проблемы заключается во введении естественных природных элементов в здание, озелененных пространств, создании внутри здания максимально приближенной к естественной среде для жизнедеятельности человека.

¹ Лапин Ю.Н. Автономные экологические дома». М.: Алгоритм. 2005. С. 21.

Биоклиматические здания представляют собой один из типов экологических зданий - это здания, комплексно обеспечивающие условия микроклимата, максимально приближенные к естественным, и экономящие энергию за счет архитектурных средств, наряду с конструктивными и инженерными средствами (включая использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ)).

В понятие формирования здания вкладывается его функционально-пространственная организация, учет условий взаимодействия здания с окружающей средой и включение в его структуру озелененных пространств, участвующих в создании микроклимата.

Архитектурно-планировочная структура здания так учитывает климатические условия и так использует природные ресурсы и ВИЭ (солнце, ветер, растения, дождь), чтобы уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и снизить расход энергии, получаемой от сжигания углеводородного топлива.

Степень изученности проблемы.

Выбранное направление диссертационного исследования является малоизученным в российской архитектурной науке.

В России первые экспериментальные работы по проектированию зданий с экологической составляющей появились в 60-х годах XX века. Это серия проектов для условий Крайнего Севера (архитекторы: А.И. Шипков, Е.А. Шипкова, Я.К. Трушиньш). Проектирование в условиях экстремального климата рассмотрено в работах Г.В.Есаулова, А.Н.Сахарова, Н. В. Суханова. Изучению методов улучшения микроклимата в жилых зданиях архитектурными способами посвящены работы В.К. Лицкевича, Ю.Д. Губернского, В.В. Григорьева, А.А. Перекладова, Х.Н. Тунга, А.В. Рябова.

Вопросы эволюции биоклиматических малоэтажных жилых зданий в историко-архитектурном аспекте рассмотрены в работе П.В. Пипунырова.

Проблемами экологической архитектуры с 2010 года занимается Совет по экоустойчивой архитектуре Союза архитекторов России. Экологические аспекты проектирования в нашей стране начали интересовать застройщиков лишь в начале XXI века в связи с обострением экологической ситуации и с требованиями повышения энергоэффективности². Однако проектные организации и частные инвесторы фокусировали свое внимание на инженерной составляющей проекта, зачастую, обходя вниманием вопросы архитектурно-пространственной организации биоклиматических зданий. Инженерные аспекты, приемы формирования микроклимата в здании рассмотрел в своих работах Ю.А. Табунщиков (Интеллектуальные здания// АВОК. 2001. №3; Ю. А. Табунщиков, Н. В. Шилкин, М. М. Бродач, (Энергоэффективное высотное здание // Журнал АВОК. 2002. №3); Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин и др. (Энергоэффективные здания. М.: АВОК-ПРЕСС, 2003).

² Федеральный закон Российской Федерации «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (от 23 ноября 2009 г., №261-ФЗ).

Государственная программа Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года». (Утв. От 27 декабря 2010 г. №2446-р).

Различные аспекты биоклиматического проектирования рассмотрены в работах Кена Янга «Bioclimatic Skyscrapers» (2002 г.), «Designing with Nature», T.R Hamzah & Yeang: «Ecology of the sky» (2001 г.), «Eco Skyscrapers» (2003 г.). В этих работах он подробно описывает принципы проектирования биоклиматических зданий на примере собственных проектов. Р. Саксон в своей книге «Атриумные здания» (1987 г.) приводит примеры формирования озелененных атриумных пространств, начиная с оранжерей XIX века и заканчивая крупными гостиничными комплексами конца XX века. Джеймс Стил описывает основные этапы развития биоклиматической архитектуры в книге «Ecological Architecture» (2005 г.), где рассмотрены традиционные римский и японский дома, а также «дома прерий» Райта, зеленые крыши Ле Корбюзье, здания с зимними садами Нормана Фостера. Но до сих пор глубоко и всесторонне не исследованы вопросы комплексного влияния факторов на формирование архитектуры биоклиматических жилых зданий, не определены особенности формирования архитектурно-планировочной структуры таких зданий для условий России.

Цель исследования состоит в выявлении закономерностей и особенностей формирования архитектурно-планировочной структуры биоклиматических жилых зданий для климатических условий России.

Задачи исследования:

- 1) изучить исторические предпосылки для создания и развития архитектурно-пространственной структуры биоклиматических жилых зданий;
- 2) выявить влияние комплекса факторов на формирование архитектурно-планировочных решений биоклиматических жилых зданий;
- 3) определить типологические особенности формирования архитектурно-пространственной структуры биоклиматических жилых зданий;
- 4) определить перспективы применения биоклиматических зданий для климатических условий России;
- 5) разработать типологические требования к проектированию биоклиматических зданий и систему их оценки по экологическим признакам (для использования при разработке Стандарта проектирования таких зданий);
- б) разработать экспериментальные проекты биоклиматических жилых зданий разной этажности для различных климатических условий и эскизные архитектурно-планировочные решения таких зданий для их проектирования и строительства в городах России.

Объектом исследования является архитектура биоклиматических жилых зданий разной этажности и природные элементы, предназначенные для обеспечения жизнедеятельности человека в них.

Предметом исследования являются принципы формирования архитектурно-пространственной структуры биоклиматических жилых зданий и требования к их проектированию в крупных, больших, средних, малых городах и агломерациях для различных климатических условий.

Границы исследования.

Работа ограничена проблематикой формирования архитектурно-планировочной структуры биоклиматических жилых зданий для городского

строительства в условиях холодного, умеренного и жаркого климатических поясов России.

Методы исследования:

- проведение натуральных обследований объектов с фотофиксацией;
- метод системного анализа для получения результатов исследований;
- методы экспериментального моделирования и эскизного проектирования архитектурно-планировочных решений биоклиматических зданий для России.

Положения, выносимые на защиту:

- 1) совокупность факторов, влияющих на формирование биоклиматических жилых зданий;
- 2) закономерности и особенности формирования архитектурно-планировочных структур биоклиматических зданий в условиях умеренного холодного и жаркого климата;
- 3) рекомендации по проектированию биоклиматических зданий для климатических условий России.

Научная новизна исследования:

- 1) определено интегрированное влияние основных факторов на формирование биоклиматических жилых зданий;
- 2) на основании исследования влияния основных факторов, разработаны классификационные модели биоклиматических жилых зданий;
- 3) определены принципы формирования и типологические требования к проектированию биоклиматических жилых зданий;
- 4) впервые предложены модели биоклиматических жилых зданий разной этажности и для различных климатических условий;
- 5) разработаны требования и система оценки биоклиматических зданий, включая определение параметров биосреды и коэффициента озеленения.

Теоретическая и практическая значимость результатов проведенных исследований:

Дано теоретическое обоснование принципов формирования биоклиматических зданий и их размещения в городской застройке:

- разработаны модели и эскизные проектные предложения биоклиматических зданий для реализации в строительстве;
- впервые разработаны требования к проектированию архитектурно-планировочной структуры биоклиматических зданий и система оценки их экологичности, которые использованы в разработанном автором проекте Стандарта проектирования биоклиматических зданий;
- результаты данных исследований могут быть использованы в проектировании экологических зданий с учетом современных требований устойчивого развития и способствовать решению жилищной проблемы и реализации национального проекта «Доступное и комфортное жилье - гражданам России» и основных задач, предусмотренных Федеральным законом от 24 июля 2008 №161-ФЗ «О содействии развитию жилищного строительства», Федеральной целевой программы (ФЦП) "Жилище", рассчитанной на 2011-2015 годы.
- разработанные рекомендации и предложения смогут служить основанием

для создания жилища XXI века, основанного на учете экологических, социальных и экономических требований для различных климатических условий России.

Апробация и внедрение результатов исследования

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 14 публикациях, 3 из которых опубликованы в изданиях, входящих в перечень ВАК; представлены: фестивали «Зодчество» 2009, 2010, "Арх Москва 2010"; научная конференция «Архитектура и природа» 2010; Российско-британская научная конференция «Экологический урбанизм: устойчивый и энергоэффективный подход к городской архитектуре» (Москва, 2011); Международный симпозиум «Устойчивая архитектура: настоящее и будущее» (Москва, МАРХИ, 2011); выступление на совещании НАМИКС **“Комплексное освоение территорий-приоритетное направление развития жилищного строительства России” (Московская область, 2013)**. Автором проведены мастер-классы по биоклиматической архитектуре (Москва, Ульяновск, Воронеж, Болонья).

Участие автора в проектных работах, реализующих некоторые положения диссертации:

1. Многофункциональный комплекс «Дом на воде». Московская область, Подушкинское ш.; 25. стадии Эскизный проект (2007 г.), Проект (2008г.) степень участия – соавтор проекта.
2. Индивидуальные загородный дом «Солнечный дом», Московская область, Эскизный проект (2007 г.) степень участия – автор проекта.
3. Многофункциональный комплекс «Термитник». Рио-де-Жанейро, стадия Эскизный проект (2009 г.); степень участия – автор проекта.
4. Проект реконструкции Нового Арбата в Москве; стадия Предпроектное предложение, (2009 г.) степень участия – автор проекта.
5. Проект реконструкции набережной в Майами; стадия Предпроектное предложение, (2010 г.) степень участия – автор проекта.
6. Жилой комплекс в Гурзуфе. стадия Эскизный проект 2010 г.; степень участия – автор проекта.
7. Индивидуальные загородный дом в пос. Алабушево, Московская область, стадии Эскизный проект, Проект (2010г.) степень участия – автор проекта.
8. Индивидуальные загородный дом в д. Ермолино. Московская область, стадии Эскизный проект, Проект (2011г.) степень участия – автор проекта.
9. Проект блокированных домов "экодеревня", г. Саратов, стадии Эскизный проект, Проект (2013 г.) степень участия – автор проекта.
10. Проект многоквартирного энергоэффективного дома, г. Саратов, стадии Эскизный проект, Проект (2013 г.) степень участия – автор проекта.

Экспериментальные проекты опубликованы в журналах Interior digest, 2005 №6, Технологии строительства, 2006. №3, ACD, 2008 №4., Дом&Интерьер, 2008 №2, «Архитектурный вестник», 2009. №4; в каталогах выставок «Арх Москва» 2007, «Зодчество» 2009, «Зеленый проект» 2010 г.; в газете СА 2012 г. и др.

Объем и структура диссертации

Диссертация состоит из одного тома (объемом 205 стр.) и включает введение, три главы, заключение, список используемой литературы (143 наименования) и приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, приведены исторические *этапы развития биоклиматической архитектуры*, сформулированы проблема и цель, задачи и методы исследования, обозначены объект, предмет и границы исследования, определена актуальность, научная новизна работы, научная и практическая значимость.

Рассмотрены вопросы эволюции форм народного жилища в разных странах, что демонстрирует связь с природой (устойчивость) принципов их организации:

- сбалансированное взаимодействие с природными факторами на энергетическом уровне;
- использование природных элементов (воды, растений) для улучшения микроклиматических характеристик;
- экологичность здания на всем протяжении его жизненного цикла (добыча ископаемых, строительство, эксплуатация и утилизация).

Рассмотрены исторические прототипы биоклиматических зданий (римский дом, северная изба, японский дом, египетское жилище, примеры архитектуры Аалто, Райта, Корбюзье, Нимейера, Щипкова, Андо, Янга и других архитекторов, приверженцев «зеленой архитектуры»).

Глава 1. Факторы, влияющие на формирование архитектурных решений биоклиматических жилых зданий

Сформулированы основные факторы, влияющие на формирование архитектурных решений биоклиматических жилых зданий; определены их взаимосвязи и интегрированное влияние на архитектуру, микроклимат, энергоэффективность и ресурсосбережение зданий (Рисунок 1).

1.1. Ландшафтно-климатические факторы

Ландшафтно-климатические факторы оказывают большое влияние на климатизацию³ жилого здания и формирование оптимального объемно-пространственного решения. Приведены характерные особенности традиционных жилых домов в разных странах (римский дом, японский дом, северная изба) и, в результате рассмотрения эволюции и анализа архитектуры традиционного жилища, выявлены основные принципы организации и факторы, оказывающие влияние на формирование таких домов.

Рассмотрено влияние природных факторов (Рисунок 2):

- *влияние природных условий участка застройки на формирование архитектуры здания* (характер рельефа, ориентация здания, характер покрытия вблизи здания) - здания М. Вэллса с зелеными кровлями, заглубленные в рельеф;
- *влияние солнечной радиации на архитектуру биоклиматического здания* (ориентация здания, естественное освещение, расположение коммуникационных узлов, озелененные пространства) - проекты Эдварда Мацрия, основанные на взаимодействии с солнечной энергией, в которых он формулирует зависимость

³ Климатизация- комплекс мероприятий и устройств, обеспечивающих создание искусственного климата в помещениях. Эффект действия К. определяется температурой, влажностью и подвижностью воздуха, а также температурой поверхностей ограждений и предметов. (А. М. Прохоров. Большая Советская Энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1978).

освещенности помещения от цвета интерьера; Тадао Андо использует естественное освещение и светотень, как элемент формообразования;

- *влияние воздушных потоков на архитектуру биоклиматического здания* (ориентация здания, естественная вентиляция помещений, озелененные пространства, аэродинамика здания) - Кен Янг рассматривает в своих проектах естественную вентиляцию и технические средства для изменения воздушных потоков, вводит понятие «skycourts»- глубокие лоджии на фасаде для охлаждения;

- *влияние водных пространств на архитектуру биоклиматического здания* (сбор дождевой воды, водные пространства, бассейны, фонтаны) - традиционные жилища индейцев на Кубе и Средней Азии, расположенные на воде, Оскар Нимейер использует водные пространства вокруг зданий для охлаждения и увлажнения воздушных потоков;

- *влияние озелененных пространств на архитектуру биоклиматического здания* (расположение вблизи здания, природный фильтр) - озелененные дворы римских домов, сады на крышах зданий Ле Корбюзье, растения на фасадах в постройках Кена Янга снижали воздействие солнечной радиации на конструкции.

Определены рациональные решения объемно-пространственной структуры биоклиматических зданий в различных климатических условиях.

1.2. Социальные факторы

Анализ влияния социальных факторов на проектирование биоклиматических зданий позволил установить, что важнейшим социальным аспектом, наряду с обеспечением людей комфортным и экономически доступным жильем, является формирование у потребителей *социально-ответственного сознания*. Биоклиматическое здание, как высшая ступень экологических зданий, подразумевает активное участие пользователя в процессах экономии природных ресурсов и бережного отношения к окружающей природе. Введение природных компонентов в здание влияет на физическое и психическое здоровье людей, существенно улучшает и оздоравливает микроклимат, способствует созданию *психологического комфорта*, особенно в многоэтажных и высотных зданиях.

1.3. Экологические факторы

Исследование взаимодействия биоклиматических зданий и природы осуществляется путем *контроля жизненного цикла* зданий от проектирования до утилизации. Контроль осуществляет служба сертификации «зеленых зданий» совместно с проектировщиками. Бережное отношение к окружающей среде предполагает сохранение природных ресурсов, восстановление нарушенных территорий, восстановление замкнутых природных циклов и восполнение утраченных зеленых насаждений на участке строительства, применение экологически безопасных материалов, и их вторичное использование, удаление и утилизацию отходов.

1.4. Энергетические факторы

В биоклиматических зданиях как разновидности экологических зданий целесообразно применение альтернативных источников энергии:

- *энергии солнца* (фотоэлементы, солнечные коллекторы);
- *энергии ветра* (ветрогенераторы, ветряные стены, ветряные турбины);
- *геотермальной энергии* (тепло камней, грунта);

- гидротермальной энергии (тепло грунтовых вод);
- энергии биомассы (первичная, вторичная);
- энергии течения рек, морских волн и других.

В странах центральной Европы величина среднегодовой солнечной радиации составляет 1,1 МВт.ч/м² год, в пустыне Сахара – 2,3 МВт.ч/м² год, в России на севере – 0,7 МВт.ч/м² год и на юге – 1,5 МВт.ч/м² год⁴. Таким образом, эффективно использовать солнечные коллекторы можно до 70⁰ северной широты.

1.5. Градостроительные факторы:

Целесообразность размещения биоклиматических зданий в структуре города определена в зависимости от следующих условий:

- необходимость пассивной защиты здания от неблагоприятных воздействий городской среды;
- низкий уровень озеленения городской среды, высокая степень загрязнения воздуха;
- превышенная нагрузка на городские инженерные сети.

1.6. Экономические факторы

- снижение расходов на оплату тарифов ЖКХ при эксплуатации за счет применения энергоэффективных материалов и технологий;
- повышение инвестиционной привлекательности района строительства;
- экономическая привлекательность для зарубежных инвесторов.

Глава 2. Анализ и обобщение отечественного и зарубежного опыта проектирования биоклиматических жилых зданий

2.1. Учет экологических требований в архитектурно-пространственной структуре. В результате анализа и обобщения опыта проектирования и строительства биоклиматических жилых домов в зарубежных странах установлены основные экологические принципы их проектирования:

- а) экологическое значение участка для месторасположения.* Озелененные пространства внутри и снаружи здания должны превосходить площадь застройки под зданием, тем самым восполняя утраченную городом природную территорию;
- б) качество воздушной среды.* Улучшение качества воздушной среды должно осуществляться путем:

- 1) фильтрации воздуха в здании, при этом предусматривается очистка отработанного воздуха;
- 2) использования тепла отработанного воздуха для подогрева свежего притока воздуха (в системе отопления);
- 3) использования атриумов, озелененных внутренних и внешних пространств, служащих средствами климатизации здания;
- 4) охлаждения здания за счет естественной вентиляции, использования многослойного фасада, озеленения и пластики фасада;

Это осуществляется следующим образом:

- внутреннее озеленение служит для восполнения кислорода в здании; среднее содержание кислорода в городе - 20,8%, в помещениях 20,3%;

⁴ URL:[http:// www.otherreferats.allbest.ru/ecology/00050183_0.html](http://www.otherreferats.allbest.ru/ecology/00050183_0.html)

- применение внутреннего озеленения для поглощения CO_2 и очищения воздуха. Эффективность улавливания CO_2 у деревьев выше, чем у кустарников в 2-8 раз; способность улавливать пыль у кустарников выше более, чем в 5 раз на м^2 кроны, чем у деревьев⁵;

- обеспечение естественной вентиляции за счет открывания окон и ветровых ловушек на фасаде здания, которые направляют потоки воздуха вглубь здания.

Наиболее эффективна комбинация из деревьев, кустарников и газонной травы. Листва деревьев лучше улавливает CO_2 и создает затенение больше, чем кустарник. Кустарник эффективно фильтрует воздух; газонная трава эффективно поглощает солнечную радиацию, воздействующую на здание.

в) сохранение воды. Для сокращения расхода воды используются:

- очистка и повторное использование воды для технических нужд;
- отдельные водопроводы для питьевой и использованной (серой) воды;
- эффективное санитарно-техническое оборудование (трубы, краны);
- устройство резервуаров для хранения дождевой и талой воды.

2.2. Учет градостроительных условий размещения биоклиматических жилых зданий

Биоклиматические здания размещаются в структуре крупного, большого, среднего и малого города, как правило, следующим образом:

- *в исторической застройке центра города* - не более 10% зданий. При этом здания имеют компактную форму, характерно применение частичной застройки на уровне входа в здание, что позволяет создать открытое озелененное пространство перед зданием, которое будет «работать» на город, восполняя утраченную площадь земли;

- *в срединной застройке* – примерно до 50% зданий. С экономической точки зрения такое размещение, в отношении цены за один кв. м земли, более выгодно, чем в центре. Окупаемость затрат выше. Здания могут иметь большую площадь и занимать большую территорию под застройку, чем в историческом центре;

- *в периферийных районах* - ориентировочно 25-30% зданий. Как правило, отдельно стоящие здания, преимущественно малоэтажные;

- *здания-сателлиты* - до 15% зданий, расположенных в агломерации. Такие здания сами являются местными центрами. Их характеризует масштаб и внутренняя организация, рассчитанная на автономное существование;

- *коттеджи и таунхаусы* - применение их зависит от градостроительных условий, а также обусловлено качеством среды и сохранением ресурсов.

Установлено, экономически выгоднее применять биоклиматические здания в структуре срединной застройки, что способствует улучшению микроклимата района. Однако, данные показатели могут изменяться в зависимости от величины и планировки города;

По этажности биоклиматические здания разделяются на:

1) малоэтажные, высотой 1- 2 (3) этажа; в том числе, здания, встроенные в ландшафт; в этих малоэтажных зданиях озеленение организовано в виде зимних садов или двора-атриума;

⁵ Воздушный бассейн Ижевска: Под ред. д.г.н. В.И. Стурмана. Москва-Ижевск, 2002. 96 с.

2) средней этажности – 4-5 (6) этажей; в таких домах уже рационально располагать атриум, как центральный планировочный элемент для климатизации. Возможно устройство в каждой квартире зимних садов или остекленных лоджий;

3) многоэтажные – здания более 5 этажей, в том числе повышенной этажности: 1 группа – до 9 (10) этажей; 2-я группа – от 10 (11) до 16 (17) этажей; 3-я группа – от 17 (18) до 25 этажей; высотные – выше 25 этажей; в этих зданиях биосреда присутствует в виде системы озелененных общественных пространств, озелененных балконов, лоджий и зимних садов;

2.3. Особенности формирования архитектурно-планировочных решений биоклиматических жилых зданий

В работе установлено, что объемно-пространственная структура биоклиматического здания состоит из архитектурного и природного компонентов, а также включает инженерные системы и оборудование. Таким образом, представляет единую *архитектурно-природно-технологическую* систему. В результате анализа и обобщения опыта зарубежных стран по формированию архитектурно-планировочных решений биоклиматических зданий, выявлены *основные принципы структурной организации биоклиматических зданий* и предложена соответствующая их классификация (Рисунок 3).

Степень открытости в природу. Согласно этому принципу биоклиматического здания делятся на:

- *экстравертные здания* - структура здания максимально открыта в окружающую среду; растения и озелененные пространства переходят с фасада в интерьер здания. Для таких зданий характерны открытые балконы-лоджии, панорамное остекление, озелененные пространства в структуре здания, озелененные крыши и фасады;

- *интравертные здания* - структура здания замкнутая, изолированная от воздействия окружающей среды; природный компонент вводится в здание в виде озелененных пространств - зимних садов и крытых атриумов.

по архитектурно-пространственной структуре биоклиматические здания, можно разделить на:

- *компактные* - невысокие, плотно спланированные объемы до 4-7 (8) этажей с небольшими озелененными пространствами;

- *вертикальные* - ярко выраженные высотные структуры 9 (10) и более этажей, чья композиция направлена в вертикальную плоскость;

- *протяженные* - секционного, галерейного, коридорного типа и смешанной структуры здания, которые имеют ярко выраженную горизонтальную композицию объема;

- *параллельные* - состоят из нескольких корпусов, образующих между собой открытый двор или закрытое внутреннее пространство-атриум;

- *органические* - нелинейные планировки, имеющие биотектонические или аморфные формы здания и находящиеся в гармонии с окружающим ландшафтом;

- *открытый блок* - композиция, состоящая из нескольких корпусов, расположенных вблизи друг друга предполагающая раскрывающуюся в нескольких направлениях объемно-пространственную структуру;

- *закрытый блок* - композиция зданий, образующая внутренний двор, максимально изолированный от внешней среды;

- *смешанные* - сложные композиции, состоящие из нескольких объемов, соединенных в единое целое.

Фасад биоклиматического здания представляет собой многослойную систему, которая состоит из нескольких слоев и может меняться или дополняться в зависимости от потребностей и условий участка местности:

- внешний слой – на нем устанавливаются системы для сбора воды, рассеиватели солнечных лучей, конструкции для вертикального озеленения фасада и другие технические устройства;

- срединный слой – многослойное энергоэффективное остекление, система притока воздуха;

- внутренний слой – система жалюзи, световые полки или иные инженерные средства, увеличивающие или уменьшающие проникновение солнечных лучей вглубь помещения.

Варианты фасадов зданий в зависимости от их архитектурных решений дифференцированы на: *транспарентный* (полностью остекленный), *полутранспарентный* (полностью остекленный с солнцезащитой на фасаде), *смешанный, пластичный* (фасад имеет сложную конфигурацию из выступающих и западающих частей), *глухой* (без проемов).

Выявлена характерная зависимость структуры атриумного пространства от климатических условий, которая характеризуется следующими признаками: расположение атриума в здании, характер ограждающих конструкций, соотношение высоты и периметра.

принцип конструктора. Установлены архитектурно-планировочные элементы, изменяемые в результате влияния на здание ландшафтно-климатических и градостроительных условий (форма плана, этажность, форма крыши, расположение коммуникационных узлов и озелененных пространств, структура фасада).

2.4. Влияние климата на архитектуру биоклиматических жилых зданий

На основании детального рассмотрения биоклиматических зданий, построенных в различных климатических зонах, разработаны соответствующие их классификационные модели *по климатическим особенностям*:

- 1) *«северный тип» биоклиматического здания* характеризуется закрытой объемно-пространственной структурой. Размещение биосистемы в здании закрытое – то есть в виде озелененных внутренних атриумных пространств и зимних садов, изолированных от окружающей среды;

- 2) *«южный тип» биоклиматического здания* имеет открытую биосистему. Растения, расположенные на фасаде здания, служат природным экраном для защиты от солнца и горячих воздушных потоков;

- 3) *«умеренный тип» биоклиматического здания* характеризует смешанная структура биосреды здания. Здание подвержено воздействию низких температур зимой и высоких летом, поэтому в равной степени внимание уделяется защите от охлаждения и перегрева.

2.5. Вопросы выбора строительных материалов

Этот раздел посвящен выбору оптимальных строительных и отделочных материалов зданий в зависимости от природных условий участка местности, и санитарно-гигиенической оценки материалов. Приведены соответствующие рекомендации по выбору:

- материалы ограждающих конструкций должны защищать здание от внешних воздействий, быть экологичными, цвет и фактура поверхности здания должны применяться в зависимости от климатических условий;
- оценка возможности переработки строительных материалов; применение в строительстве подлежащих переработке материалов для возможного повторного использования после истечения срока службы здания;
- оценка воздействия на окружающую среду при строительстве и эксплуатации; сведение к минимуму возможных отходов и строительного мусора;
- оценка опасности материалов – исключение материалов, содержащих формальдегид, фенол, асбест и другие компоненты, превышающие ПДК и ПДУ;
- использование материалов на основе природных компонентов (минеральные утеплители, глиняные кирпичи, деревянные конструкции и другие).

2.6. Роль озеленения в обеспечении комфортного микроклимата

Рассматриваются особенности размещения озеленения в здании.

К природному компоненту здания относится *биосреда*⁶, состоящая из комплексной системы озелененных пространств, бассейнов и фонтанов, растений и системы организованного микроклимата здания.

Формирование Биосреды биоклиматического здания

Разработана *типология озелененных пространств* в биоклиматическом здании, в основу которой положено размещение таких пространств в здании и связь внутренней среды с окружающей природной средой. Озелененные пространства размещаются:

- а) *внутри здания* - это озелененные атриумы (примыкающий к фасаду, центральный, центральный с боковыми карманом на фасаде, линейный, дисперсный), зимние сады (оранжерея, буферный тип, жилой зимний сад);
- б) *снаружи здания* - это озелененные балконы и лоджии, озелененные крыши и террасы (облегченная, пригруженная, экстенсивная, интенсивная кровли), структуры на фасаде здания с озеленением.

Озеленение выполняет следующие функции:

- очищает от пыли и увлажняет воздух;
- выделяет кислород, поглощает CO₂ и улучшает микроклимат;
- охлаждает конструкции здания;
- отдельные виды растений выполняют бактерицидную функцию;
- утилизирует серую воду.

Здания, в зависимости от связи внутренней биосреды с окружающей природной средой разделяются на следующие виды:

- 1) *открытый тип* – открытые озелененные пространства, внутренняя структура здания направлена на взаимодействие с внешней окружающей средой;

⁶ Биосреда – [от греч. «bios» – «жизнь» и слова «среда»] среда, создаваемая или видоизменяемая сообществом живых организмов и растений.

2) *закрытый тип* – структура изолирована от внешнего воздействия;

3) *трансформируемый тип* – за счет структуры фасада здание в зимний период может изолироваться от внешней среды, а в летний интегрироваться в нее.

По общей площади озелененные пространства можно разделить на: *микространства* – до 10 и 10-50 м², *малые пространства* - 50-100 м², *средние пространства* - 100-150 м², *большие* -150 м² и более.

ГЛАВА 3. Рекомендации и предложения по проектированию биоклиматических жилых зданий для городов России

3.1. Принципы формирования биоклиматических жилых зданий для России. На основании результатов, полученных в предыдущих двух главах выявлены характерные особенности, принципы формирования, а также требования к проектированию биоклиматических зданий.

Принцип адаптации. Предполагает формирование объемно-пространственной структуры биоклиматического здания в зависимости от природных ресурсов участка местности. Выбор оптимальных источников энергии с учетом региональных особенностей (климата, ландшафта, энергообеспечения и других), реагирование на внешние воздействия формой плана и пластикой фасада, зависимость объема здания от рельефа и розы ветров (Рисунок 4).

Принцип сохранения и восполнения. Строительство биоклиматического здания не должно уменьшить общую площадь территории озелененных пространств в районе строительства. Восполнение утраченной территории зеленой экосистемы происходит за счет зеленых пространств в здании. Эти пространства размещаются в зимних садах, озелененных атриумах, на балконах и лоджиях, эксплуатируемых крышах. При этом площадь озелененных пространств в здании должна быть больше утраченной площади озеленения при строительстве (Рисунок 5).

Принцип взаимосвязей. Здание должно быть связано с городской средой (социальной, инженерной и транспортной инфраструктурой) и формироваться в неразрывной связи с окружающей застройкой. Возведенное здание оказывает влияние на окружающую среду, так как происходят изменения скорости и направление воздушных потоков, затенение других зданий и участка. Входная группа и уровень 1-го этажа должны быть тесно связаны с городом, плавно перенося улицу или двор в здание. Здание должно быть частью той среды, в которой оно находится (Рисунок 6).

Принцип экологичности. Строительство здания, его эксплуатация и утилизация отходов не должны наносить вред окружающей среде. При энергообеспечении здания следует ограничить использование невозобновляемых источников энергии. При строительстве здания должны применяться перерабатываемые и вторично используемые материалы. При выборе материала следует отдавать предпочтение местным материалам. Конструктивные детали здания должны предусматривать легкую утилизацию и сортировку отработанных материалов в конце срока службы здания, чтобы можно было повторно их использовать. Необходимо утилизировать твердые бытовые отходы (Рисунок 7).

Принцип энергонезависимости. Принцип включает в себя сведение к минимуму использования существующих централизованных внешних

энергосистем, где энергоносителем является углеводородное топливо; предлагается максимально использовать автономные или локальные системы и технические устройства на основе альтернативных источников энергии, обеспечивающие тепловой и электрической энергией здания или группы зданий. Выбор энергосистемы таких зданий зависит от местных природных условий и наличия центральных энергосистем и газоснабжения (Рисунок 8).

Принцип автономности. Суровые условия климата России, малоосвоенные территории восточных районов России вынуждают создавать здания с автономными системами жизнеобеспечения. Это предполагает независимость от внешних сетей электро- и теплоснабжения, и, в ряде случаев, водопровода и очистных сооружений. Принцип «термоса» наиболее жизнеспособен при низких температурах зимой в условиях Крайнего Севера. Необходимо большое внимание уделять защите здания от теплопотерь. Для этого здания проектируют компактной формы с широким корпусом, сохраняющим тепло. Атриум и озелененные пространства в здании позволяют увеличить ширину корпуса и обеспечить освещенность удаленных от фасада помещений. Тем самым, увеличивается общая площадь и показатель компактности⁷ всего здания. В таких зданиях закрытого типа количество внешних озелененных пространств сводится к минимуму, а роль внутренних пространств увеличивается (Рисунок 9).

Принцип органичности. Дом подобен живому организму, он функционирует по тем же циклам и правилам, что и окружающая природная среда. Это является свидетельством его *биоподобия*. Дом накапливает энергию в теплый период года и использует ее зимой. Солнечные энергетические установки, как и вечнозеленые деревья, питаются солнечной энергией и преобразуют ее. Биоочистные сооружения и биотуалеты реализуют природный процесс переработки отходов, в результате которого восстанавливается замкнутый цикл: полученная серая вода фильтруется и идет для технических нужд и полива, а гумус используется как удобрение. Микроклимат предполагает естественный процесс дыхания, когда воздух поступает в здание и выходит отработанный в результате проветривания. Качество воздуха улучшают растения, которые поглощают CO₂, увлажняют его и выделяют кислород. Твердые бытовые отходы собираются и утилизируются, после обработки частично используются вторично и используются для получения тепловой и электрической энергии (Рисунок 10).

3.2. Характерные особенности формирования биосреды зданий в российских условиях. Минимальное количество озеленения в здании рассчитывается исходя из потребности людей, находящихся внутри и утилизации CO₂. Сделан расчет озеленения в здании для обеспечения притока свежего воздуха. Взрослый человек потребляет в состоянии покоя⁸ воздух, содержащий 15 л. кислорода в час. Расчеты показали, что 3 м² зеленого газона в здании способно обеспечить нехватку 1,5% кислорода для одного человека, а одно взрослое зеленое дерево⁹ полностью обеспечивает потребность 1-2 человек в кислороде или снабжает около 90 человек необходимым притоком свежего воздуха.

⁷ Показатель компактности СНиП 23-02-2003, «Тепловая защита зданий» М.:2003.

⁸ URL: <http://www.arb.ca.gov/research/resnotes/notes/94-11.htm>

⁹ Площадь кроны варьируется от 140 до 250 кв. м и более в зависимости от сорта дерева.

Следовательно, количество озеленения в здании должно быть рассчитано исходя из количества людей в здании.¹⁰

Разработан *Коэффициент озеленения* главный признак наличия биосреды здания (K_o)

$K_o = S$ помещения/ S озеленения;

S озеленения = S газона + S кустарников + S кроны деревьев.

Отношение S атриума к общей площади озеленения должно быть не более 3,5, иначе эффекта от такого озеленения не будет. Предлагается следующая оценка озеленения.

Чем меньше значение K_o , тем более плотное озеленение.

- *плотное озеленение* – $K_o = 0,3-1$;

- *активное озеленение* - $K_o = 1,1-1,8$;

- *нормальное* - $K_o = 1,9- 2,6$;

- *пассивное озеленение* - $K_o = 2,7-3,5$.

3.3. Проект Российского Биоклиматического Стандарта

В результате полученных в процессе исследования данных, разработан *проект Стандарта RBS¹¹*, включающий в себя оценочную таблицу биоклиматических зданий для России. Стандарт не содержит оценки инженерных систем и оборудования здания, предусмотренной в стандартах BREEAM, LEED, DGNB, но он может служить дополнением к ним.

Основой стандарта являются особенности биоклиматического проектирования, выявленные в процессе диссертационного исследования. *Российский Биоклиматический Стандарт* может стать также неотъемлемой частью стандарта, разрабатываемого Российским Советом по экоустойчивой архитектуре. Данный стандарт учитывает климатические и энергетические особенности России.

Оценка зданий

Здание оценивается по нескольким биоклиматическим признакам.

Каждый признак имеет вес от 1 до 5 баллов в зависимости от значимости.

Количество баллов суммируется. По итоговому результату присваивается соответствующий сертификат.

Критерии оценки

Не классифицирован - меньше 25 баллов

Бронзовый сертификат - 25-52 балла

Серебряный сертификат - 52-72 балла

Золотой сертификат - 72 и более баллов.

3.4. Предложения по применению архитектурно-планировочных решений биоклиматических жилых зданий.

Учитывая собственный опыт проектирования в московском регионе и ближайших областях, разработаны предложения для средней полосы России. В климатических условиях средней полосы России первостепенной задачей

¹⁰ Газонная трава, кустарник и дерево имеют различные характеристики по поглощению CO_2 и воспроизводству O_2 , более точные расчеты следует производить исходя из площади кроны, сорта дерева и времени года.

¹¹ RBS - Российский Биоклиматический Стандарт

является снижение теплопотерь и повышение энергоэффективности здания. В результате исследований были разработаны следующие предложения по формированию объемно-планировочной структуры биоклиматических зданий для средней полосы России:

- следует проектировать здания с компактным широким корпусом, защищающим от лишних теплопотерь. Необходимо увеличение ширины корпуса, которое достигается за счет устройства озелененных пространств (атриумов и зимних садов) в планировочной структуре здания;
- предлагается предусматривать органические плавные формы фасада, подчиненные рельефу и учитывающие взаимодействие с холодными ветрами;
- фасад здания необходимо адаптировать к участку местности и формировать по принципу конструктора с соответствующими элементами для конкретных условий (навесные стены, ветровые ловушки, фасадные жалюзи и другие составляющие). С северной стороны остекление должно быть сведено к минимуму. Здесь предпочтительно размещать второстепенные помещения и помещения сервисного ядра, а с южной стороны остекление должно быть максимальным и возможны открытые пространства.

3.5. Рекомендации по проектированию биоклиматических зданий

Для условий Севера России:

а) микроклимат:

- использование внутренних озелененных атриумных пространств для увеличения ширины корпуса и создания оптимального микроклимата;
- использование зимних садов в квартирах для улучшения психофизического состояния жителей.

б) материалы:

- применение низкоэмиссионного остекления для снижения теплопотерь;
- применение натуральных и энергоэффективных материалов, темных тонов;

в) энергетика:

- использование ветровой и геотермальной энергии, возможно использование солнечной энергии
- сбор избыточной тепловой энергии летом и сохранение ее в теплоносителях для использования при отоплении зимой;
- использование тепла выходящего воздуха (в холодный период).

Для средней полосы России:

а) микроклимат:

- использование изменяющихся фасадных систем в зависимости от времени года для защиты от перегрева и переохлаждения;
- использование растений в здании с опадающей листвой для естественного контроля затенения ими в разный период года;
- использование озеленения крыш для снижения нагрева конструкций;
- использование зимних садов и озеленения на застекленных балконах и лоджиях для рассеивания солнечных лучей летом;
- использование естественной вентиляции;
- использование озелененных пространств для проветривания и освещения внутренних помещений здания;

- дворы не должны иметь северной ориентации, жилая застройка должна иметь хорошее проветривание;

б) материалы.

- использование энергоэффективного остекления для защиты от холода.
- применение натуральных материалов пастельных тонов.

в) энергетика:

- использование солнечных батарей и коллекторов, ветроустановок, гибридных систем и теплового насоса;
- использование тепла выходящего воздуха и пассивной солнечной энергии для подогрева воздуха (в холодный период).

Для южной полосы России:

а) микроклимат:

- использование озеленения крыш и фасадов для снижения нагрева конструкций и помещений;
- использование газона и деревьев для поглощения солнечной радиации;
- использование фасадных систем, солнцезащитных жалюзи;
- использование озелененных дворов, атриумных пространств для проветривания и охлаждения здания;
- использование озеленения на балконах, зимних садах для рассеивания солнечных лучей и увлажнения воздуха.

б) материалы:

- использование энергоэффективного остекления для защиты от перегрева;
- использование эффективных материалов для защиты от перегрева (летом).
- применение натуральных материалов светлых тонов.

в) энергетика:

- использование солнечных батарей и коллекторов, ветроустановок, гибридных систем и теплового насоса;
- использование тепла выходящего воздуха и пассивной солнечной энергии для подогрева воздуха (зимой);
- использование артезианской воды и теплового насоса для охлаждения воздуха (в жаркий период) (Рисунок 11).

Предложения по обеспечению вентиляции и увлажнения

Для обеспечения воздушно-теплового комфорта необходимо сочетать архитектурно-пространственные и конструктивные решения с инженерно-технологическими.

Применение средств для увлажнения растений в системе здания позволяет естественным путем обеспечить оптимальный уровень влажности. 1м² газона испаряет 0,2 л воды/час, что соответствует работе бытового увлажнителя на комнату, площадью 25 кв. м.¹² Использование естественного принципа увлажнения воздуха позволяет отказаться от дорогостоящих электрических или газовых увлажнителей и дает прямую экономию в размере 15-20% от общей стоимости системы вентиляции.¹³

¹² Увлажнитель воздуха AirComfort В-743 для площади 25 кв.м. расход воды 200/330 мл./час.

¹³ На основании расчетов инжиниринговой компании «Юго-Гранд» в условиях Московской области для канальной системы вентиляции дома 500 м² на оборудовании Daikin.

Воздухозабор для системы вентиляции здания следует размещать с подветренной затененной стороны. Размещение воздухозабора в окружении массива зеленых насаждений, плотностью кроны 0,8-1 обеспечивает снижение температуры воздуха до 5,5 градусов Цельсия и увеличение влажности на 10-20%¹⁴. Это обеспечивает соответствующую экономию на кондиционировании и вентиляции.

Применение средств для увлажнения воздуха в системе вентиляции здания

В системе климатизации предлагается для увлажнения воздуха размещать на путях прохождения воздушных потоков декоративные бассейны, фонтаны и пр. Фонтаны увеличивают влажность на 6-12% и снижают температуру воздуха на 3-5 градусов. Сплошные водные завесы в виде фонтанов и водопадов снижают температуру воздуха на 8 градусов и повышают влажность на 40%.¹⁵

3.6. Экономическая эффективность биоклиматических зданий

Экономическая эффективность тех или иных принципов проектирования варьируется в зависимости от этажности здания. Так малоэтажные дома в городских условиях России – это, как правило, здания в центральной исторической застройке, расположенные в зоне регулирования этажности, либо в периферийной зоне. Биоклиматические здания в черте мегаполиса могут быть расположены в зеленых зонах, таких как коттеджные поселки, или жилые районы (кварталы) малоэтажной застройки (исторический поселок «Сокол» в Москве). В малых и средних городах данный тип может быть достаточно распространенным (города Талдом, Торжок и другие, где средняя этажность не превышает 2-х этажей). Цена таких зданий в крупном городе достаточно высока ввиду существенной разницы в цене земли в городе и области. Например, в Московском регионе средняя цена сотки на окраине района Бутово в Москве, превышает 2 млн руб.¹⁶, а в ближайшем Подмосковье составляет 240 тыс. руб.¹⁷. Срок окупаемости городской недвижимости составляет 5–6 лет (с учетом строительства). Опыт показывает, что среднерыночная цена возведения кирпичной коробки двухэтажного здания эконом-класса под чистовую отделку составляет 21 тыс. руб./кв.м¹⁸. Стоимость строительства экспериментального «активного дома» в Московском регионе составила 28,5 млн руб.¹⁹, при стоимости одного кв. м 123 тыс. руб., что в 5,8 раз превышает стоимость строительства малоэтажного жилья эконом-класса. Для дома площадью 230 кв. м и средней арендной ставки в Москве - 320 тыс. руб./мес. окупаемость такого дома составит для мегаполиса более 10 лет. Таким образом, строительство таких зданий в крупном городе - центральной части и на окраине, имеет слабую экономическую эффективность, в виду отсутствия быстрой окупаемости, привлекательной для инвесторов.

¹⁴ По данным ЦНИИП градостроительства.

¹⁵ Город, архитектура, человек и климат. Под ред. Мягкова М.С. Губернский Ю.Д., Конова Л.И., Лицкевич В.К., Мягков М.С., с. 320, таб. 17.6.

¹⁶ По данным газеты «из рук в руки»

¹⁷ По данным www.zemeg.ru.

¹⁸ По данным проектно-сметной документации за 2011 г. строительной компании «ДАРС».

¹⁹ По данным компании-застройщика «НЛК Домостроение».

Для инвестиционной привлекательности российских банков, стоимость строительства с отделкой не должна превышать 40 тыс руб./кв.м. В этом случае окупаемость здания снизится до 4-5 лет. При строительстве на аналогичном участке крупного города здания площадью выше 1000 кв. м., его окупаемость снизится до 5-6 лет. Таким образом, экономическая эффективность строительства для биоклиматических зданий в крупном городе возрастает с повышением этажности и площади здания более 1000 кв. м.

Малоэтажная застройка биоклиматическими зданиями может быть эффективной в городских агломерациях – в периферийных зонах мегаполисов и больших городов, а также в малых и средних городах Центрального района, регионов Сибири, Алтайского края, Дальнего Востока. Такая застройка предпочтительна при строительстве новых городов и жилых образований²⁰.

Привлекательность таких зданий возрастает за счет снижения энергопотребления и эксплуатационных расходов на фоне роста тарифов и услуг ЖКХ. Строительство биоклиматических зданий в России также привлекательно для западных компаний, которые инвестируют в имиджевые проекты.

Основные выводы и результаты исследования:

1. На основании проведенного анализа традиционных жилищ народов в разных климатических условиях и исследования знаковых экологических проектов, определены основные принципы формирования биоклиматических зданий для условий России, направленные на сохранение энергии, естественную вентиляцию, инсоляцию и взаимодействие с окружающей средой. Применение принципов формирования объемно-пространственной структуры биоклиматических жилых зданий обусловлено обострением экологической ситуации в мире и переходом к устойчивому (поддерживающему) развитию.

2. Определено интегрированное влияние факторов на формирование архитектурно-планировочных решений биоклиматических зданий:

- *ландшафтно-климатические факторы* характеризуются влиянием природных условий участка застройки: влиянием солнечной радиации, ветра, средней месячной температуры воздуха, относительной влажности воздуха;

- *социальные факторы* влияют на обеспечение комфортных условий жилой среды, мировоззрение и образ жизни людей, проживающих в них, формируют социально-ответственное сознание;

- *экономические факторы* связаны с экономией энергоресурсов, использованием альтернативных источников энергии, в том числе ВИЭ, бережной экономией природных ресурсов (воды) и строительных материалов, снижением расходов на эксплуатацию зданий, поддержкой использования альтернативных видов транспорта;

- *экологические факторы* влияют на обеспечение устойчивого (поддерживающего) развития на уровне региона, агломерации, поселения, города, района и здания: улучшение экологической ситуации путем сохранения природных ресурсов, восстановления нарушенных территорий и восполнения утраченных зеленых насаждений, утилизации бытовых отходов;

²⁰ При применении зданий с возобновляемым источником энергии (ВИЭ) и самообеспечивающихся.

- *энергетические факторы* связаны с использованием наиболее безопасных альтернативных источников энергии: Солнца, ветра, геотермальной, гидротермальной и энергии биомассы и других;

- *градостроительные факторы* влияют на размещение биоклиматических зданий на территории города, района, квартала. Они включают в себя плотность, этажность, объемно-пространственную композицию окружающей застройки, транспортную и пешеходную доступность, визуальный комфорт, акустический комфорт застройки, озеленение городских территорий, обеспеченность централизованными инженерными сетями.

3. Определены типологические особенности формирования архитектурно-планировочной структуры жилых биоклиматических зданий и предложена их классификация:

- *по размещению биоклиматического здания в структуре города:*

(центр города, срединная застройка, периферийный район, здания–сателлиты);

- *по этажности* (малоэтажные, средней этажности, многоэтажные);

- *по степени открытости в природу* (экстравертное и интравертное);

- *по размещению озелененных пространств в здании:*

а) *внутри здания* в виде озелененного атриума или зимнего сада;

б) *снаружи здания* - зеленые насаждения размещаются на фасаде здания, балконах и кровле;

- *по архитектурно-пространственной структуре* (компактные, вертикальные, протяженные, параллельные, органические, открытый блок, закрытый блок, смешанные);

- *принцип живой оболочки*. Оболочка биоклиматического здания, подобно коже живого организма, может реагировать на климатические изменения внешней среды и регулировать микроклимат внутри помещений;

- *принцип зеленых связей*. Связь внутренних и внешних озелененных пространств между собой и климатической системой всего здания;

- *принцип конструктора*. Установлены архитектурно-планировочные элементы, изменяемые в результате влияния на здание ландшафтно-климатических условий (форма плана, этажность, форма крыши, расположение коммуникационных узлов и атриумных пространств);

- *по климатическим особенностям:*

а) *«северный тип»* характеризуется закрытой объемно-пространственной структурой.

б) *«южный тип»* имеет открытую биосистему;

в) *«умеренный тип»* характеризует смешанная структура биосреды здания.

Установлено, что объемно-пространственная структура биоклиматического здания представляет собой совокупность архитектурных и природных компонентов.

Определены виды размещения биосреды здания:

- *открытый тип* – открытые озелененные пространства, внутренняя структура здания направлена на непосредственное взаимодействие с внешней окружающей средой;

- *закрытый тип* – структура изолирована от внешнего воздействия;

- *трансформируемый тип* – за счет структуры фасада здание в зимний период может изолироваться от внешней среды, а в летний интегрироваться в нее.

4. Определены перспективы применения биоклиматических зданий в различных климатических и градостроительных условиях России. Особенно большой интерес вызывает возможность применения таких зданий в наименее освоенных восточных регионах страны: Уральского, Сибирского и Дальневосточного округов, в связи с перспективами развития этих регионов в XXI веке и недостаточном освоением в части централизованных систем энергоснабжения.

Предложены *принципы формирования биоклиматических зданий для России:*

Принцип адаптации (реагирование на внешние воздействия формой плана и пластикой фасада, зависимость объема здания от рельефа и розы ветров);

Принцип сохранения и восполнения (восполнение утраченной территории зеленой экосистемы происходит за счет зеленых пространств в здании);

Принцип взаимосвязей (входная группа и уровень 1-го этажа должны быть тесно связаны с городом, плавно перенося улицу или двор в здание);

Принцип экологичности (применение перерабатываемых и вторично используемых материалов, использование местных материалов в строительстве);

Принцип энергонеауисимости (использование автономных или локальных систем с альтернативными источниками энергии);

Принцип автономности (использование принципа «термоса» и широкого корпуса, сохраняющим тепло, увеличение роли внутренних пространств);

Принцип органичности (дом подобен живому организму, он функционирует по тем же принципам и закономерностям, что и окружающая природная среда).

5. В результате полученных данных разработан проект Российского Биоклиматического Стандарта (RBS) и оценочная таблица биоклиматических зданий для Центрального региона России по ключевым особенностям. Данная система оценки введена впервые в практике.

6. Разработаны эскизные проектные предложения биоклиматических зданий на основе принципов формирования и требований проекта Российского Биоклиматического Стандарта. Предполагается дальнейшее внедрение результатов исследования в отечественную практику строительства жилых и общественных зданий.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в научных изданиях, входящих в перечень ВАК при Минобрнауки России:

1. Усов Я.Ю. Биоклиматическое здание: прошлое и будущее [Текст] / Я.Ю. Усов // Жилищное строительство. - 2008. - №7. С. 32-34

2. Усов Я.Ю. Принципы формирования биоклиматических зданий для России [Текст] / Я.Ю. Усов // Градостроительство. - 2012. - №3. С. 47-49.

3. Усов Я.Ю. Архитектурно-планировочные элементы биоклиматических зданий, формирующиеся под влиянием природных условий [Текст] / Я.Ю. Усов // Градостроительство. - 2012. - №4. С. 52-54.

Публикации в других научных изданиях:

4. Усов Я.Ю. Вертикальный город [Текст] /Я.Ю. Усов // Сб. статей IX научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Экология. Человек. Общество» Киев, КПИ. - 2006. С. 140.

5. Усов Я.Ю. Современные тенденции в формировании высотных биоклиматических комплексов [Текст] /Я.Ю. Усов // Архитектурная наука и образование: Научная конференция профессорско-преподавательского состава и молодых ученых МАРХИ. 20-24 марта 2006 г. Тезисы докладов-М.: Архитектура-С, 2006.- С. 47-48.

6. Усов Я.Ю. Биоклиматическая архитектура [Текст] /Я.Ю. Усов // Архитектурная наука и образование: Материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава и молодых ученых МАРХИ. 23-27 апреля 2007г.-М.: Архитектура-С, 2007.- С. 61-62.

7. Усов Я.Ю. Биоклиматическая архитектура. Принципы и модели [Текст] / Я.Ю. Усов // Проектирование и инженерные изыскания // 2008. - №01. С. 86-88

8. Усов Я.Ю. Биоклиматические принципы в зданиях Оскара Нимейера [Текст] /Я.Ю. Усов // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: Научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава и молодых ученых, 28-30 апреля 2008 г. Тезисы докладов. -М.: Архитектура-С, 2008.- С. 66.

9. Усов Я.Ю. Бразилиа - пример биоклиматического проектирования в масштабе города [Текст] /Я.Ю. Усов // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: Научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава и молодых ученых, 28-30 апреля 2008 г. Тезисы докладов. -М.: Архитектура-С, 2008.- С.67-68.

10. Усов Я.Ю. Растения в биоклиматическом здании [Текст] /Я.Ю. Усов // Вести Союза архитекторов России. - 2009. -№3. С. 58-61.

11. Усов Я.Ю. Биоклиматические здания в условиях Крайнего Севера [Текст] /Я.Ю. Усов // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ. Тезисы докладов научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов 13-17 апреля 2009 г.: -М.: Архитектура-С, 2009.- С. 82-83





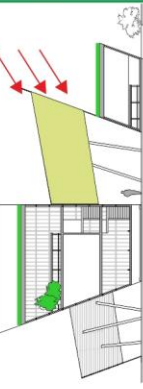
12. Усов Я.Ю. Зеленые насаждения в биоклиматических зданиях [Текст] /Я.Ю. Усов // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ. Тезисы докладов научно-практической конференции. -М.: Архитектура-С, 2010.-С. 127-128.

13. Усов Я.Ю. Факторы, влияющие на формирование архитектурных решений биоклиматических жилых зданий [Текст] /Я. Ю.Усов // Устойчивая архитектура: настоящее и будущее. Тезисы докладов международного симпозиума, 17-18 ноября 2011 г.- М.:МАРХИ, 2011.,С. 130-131.

14. Усов Я.Ю. Российский биоклиматический стандарт [Текст] /Я.Ю. Усов // Наука, образование и экспериментальное проектирование МАРХИ. Тезисы докладов международной научно-практической конференции 11-15 апреля 2011 г. Т.1.-М.: Архитектура-С, 2011. С.122-123.

Рисунок 1 Интегрированное влияние факторов на формирование архитектурно-планировочной структуры биоклиматических жилых зданий для умеренного климата России

ландшафтно-климатические факторы

<p>природные условия участка</p>  <p>Газоная трава 80%, мошеница 20%</p>	<p>влияние солнечной радиации</p> 	<p>влияние воздушных потоков</p> 	<p>влияние водных пространств</p> 	<p>влияние растений на микроклимат</p> 
<ul style="list-style-type: none"> - увеличение площади озеленения - снижение воздействия на окружающую застройку - выбор покрытия вблизи здания - благоприятная ориентация - использование рельефа местности для встраивания здания в среду 	<ul style="list-style-type: none"> - использование солнцезащиты - обеспечение инсоляции - использование озелененных пространств для освещенных отдаленных помещений - размещение технических узлов и коммуникационных узлов на неблагоприятной стороне фасада 	<ul style="list-style-type: none"> - естественная вентиляция - ориентация в зависимости от преобладающих ветров - использование озелененных пространств для вентиляции - использование ветровых ловушек и фасадных систем для изменения направления ветра 	<ul style="list-style-type: none"> - сбор дождевой и талой воды - повторное использование воды - использование разделительного водопровода для воды - использование бассейнов и фонтанов для увлажнения и охлаждения здания 	<ul style="list-style-type: none"> - Использование озелененных кровель для защиты от перегрева - использование озеленения на фасаде как природного фильтра - использование растений вблизи здания для защиты от ветра и солнца - использование озеленения внутри для выработки O2 и поглощения CO2

социальные факторы

- экономия энергоресурсов
- раздельный сбор мусора
- комфорт среды обитания
- бережное отношение к природе
- использование экологичного транспорта

экономические факторы

- использование энергоэффективных материалов для снижения затрат на отопление и охлаждение здания
- повышение инвестиционной привлекательности района строительства
- увеличение экономической привлекательности здания для инвесторов за счет престижности и экономичности



экологические факторы

- сохранение природных ресурсов
- восстановление нарушенных территорий
- восстановление замкнутых природных циклов
- восстановление утраченных зеленых насаждений

градостроительные факторы

- плотность и этажность застройки
- транспортная доступность (альтернативный транспорт)
- отсутствие вблизи промышленных объектов
- визуальный комфорт (колористика, пластика фасадов)
- акустический комфорт (защита от шума)
- озеленение городских территорий
- снижение нагрузки на городские сети

Энергетические факторы




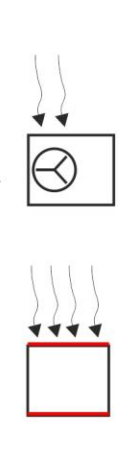
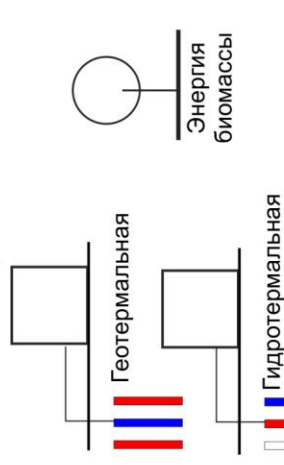
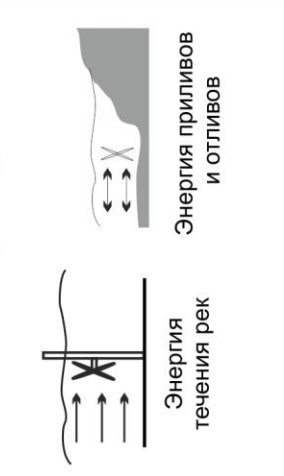
<p>Энергия Солнца</p>  <p>Фотозлементы</p>  <p>Теплопоглощающая стена</p> <p>Солнечные коллекторы</p>	<p>Энергия ветра</p>  <p>Ветряки</p>  <p>Ветряные стены</p> <p>Ветряные турбины</p> <p>Ветряной фасад</p>	<p>Энергия Земли</p>  <p>Геотермальная</p> <p>Гидротермальная</p> <p>Энергия биомассы</p>	<p>Энергия Воды</p>  <p>Энергия течения рек</p> <p>Энергия приливов и отливов</p>
---	---	---	--

Рисунок 2 Влияние природных факторов на формирование биоклиматических жилых зданий для средней полосы России






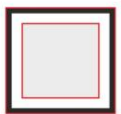


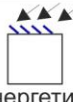
	Ландшафт	Солнце	Ветер	Вода	Растения
 Участок застройки	ориентация на южную сторону, расположение на возвышенности, склоне или ровном участке	защита от солнца за счет деревьев, использование естественной инсоляции	оптимальное проветривание, защита рельефом и деревьями от неблагоприятных ветров	наличие водоемов, источников пресной воды, резервирование воды	сохранение зеленых насаждений при размещении здания
 покрытие территории вблизи здания	искусственный и природный ландшафт, дренаж, сбор излишков дождевой и талой воды	использование материалов абсорбирующих излишек тепло (керамика, камень, газонная трава)	перенос нагретых воздушных масс от покрытия к зданию и в обратном направлении	покрытие должно проводить воду, устойчивое к замораживанию/оттаиванию	максимальное количество озеленения: газонная трава, кустарники, деревья
 план здания	оптимальная ориентация, компактность объема, встройка в ландшафт, исключение лишних углов	максимальная естественная инсоляция, защита от перегрева за счет ориентации и формы	уменьшение плоскости воздействия неблагоприятных потоков ветра, естественное проветривание	водные пространства в интерьере для охлаждения и увлажнения	защита от потоков холодного ветра, сохранение озеленения за счет уменьшения площади первого этажа
 кровля здания	использование озеленения для интеграции с окружающим ландшафтом	максимальная естественная инсоляция, защита от перегрева за счет ориентации и формы	аэрация, защита от северных ветров	сбор дождевой и талой воды в резервуары	размещение зеленых насаждения на кровле для восполнения озеленения, связи с ландшафтом
 внешняя оболочка	соотношение с окружающей застройкой, отсутствие затенения других зданий и участка, связь с ландшафтом	солнцезащитные системы, энергоэффективное остекление, пластика фасада, колористика	устройство ветровых стен и ловушек на фасаде, обеспечение проветривания здания	размещение водоемов для охлаждения фасада и водоприемных устройств на фасаде здания	смягчение пластики фасада, размещение растений в кадках на балконах
 внутреннее пространство	связь с природной средой через входные группы, окна, атриумы, зимние сады, лоджии	освещение удаленных помещений за счет озелененных пространств, максимизация естественного освещения	размещение на неблагоприятной подветренной стороне второстепенных и технических помещений	размещение водоемов, бассейнов и фонтанов в зимних садах и атриумных пространствах	создание буферных зон между внешней и внутренней средой, размещение озелененных пространств
 коммуникационные узлы и технические помещения	доступ с улицы коммуникациям, ориентация на неблагоприятную сторону участка	расположение на затененной, северной стороне или в центре здания, чтобы не сокращать световой фронт	расположение на стороне неблагоприятных направлений ветров	размещение водных пространств в лестнично-лифтовых холлах	размещение озеленения лестнично-лифтовых холлах
 несущие конструкции	применение экологических материалов в строительстве	защита от перегрева конструкций	устойчивость к вибрации и колебаниям (раскачиванию)	учет нагрузки от снега и собранной дождевой воды	учет нагрузок от дерна и растений
 энергетика	использование теплового насоса	использование солнечных коллекторов	использование ветряков, ветряных турбин, ветряных стен	аккумуляция энергии, использование водяных турбин	использование в системе увлажнения, биомасса

Рисунок 3 Модель биоклиматического здания

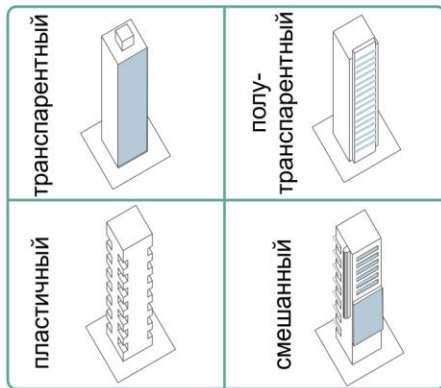
форма кровли



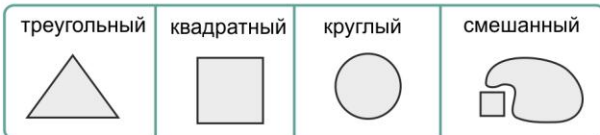
структура фасада



размещение озеленения



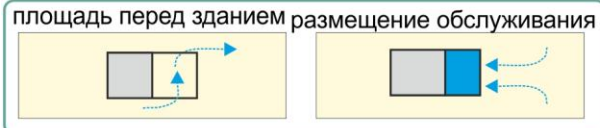
компактная форма плана



расположение коммуникационных узлов



связь первого этажа с улицей



архитектурно-пространственная структура

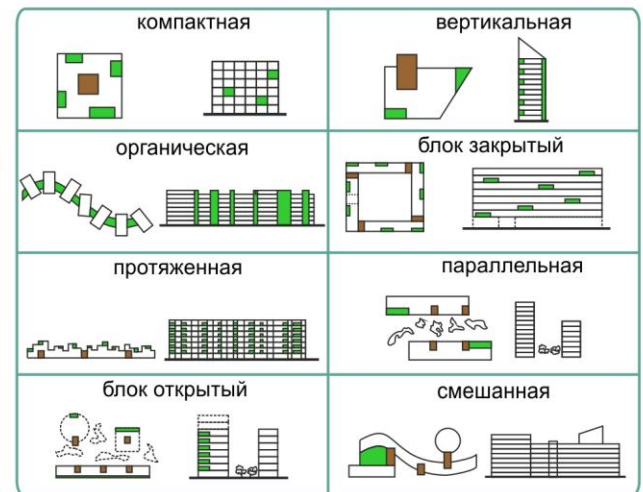


Рисунок 4 Принцип адаптации к природным факторам и городской среде

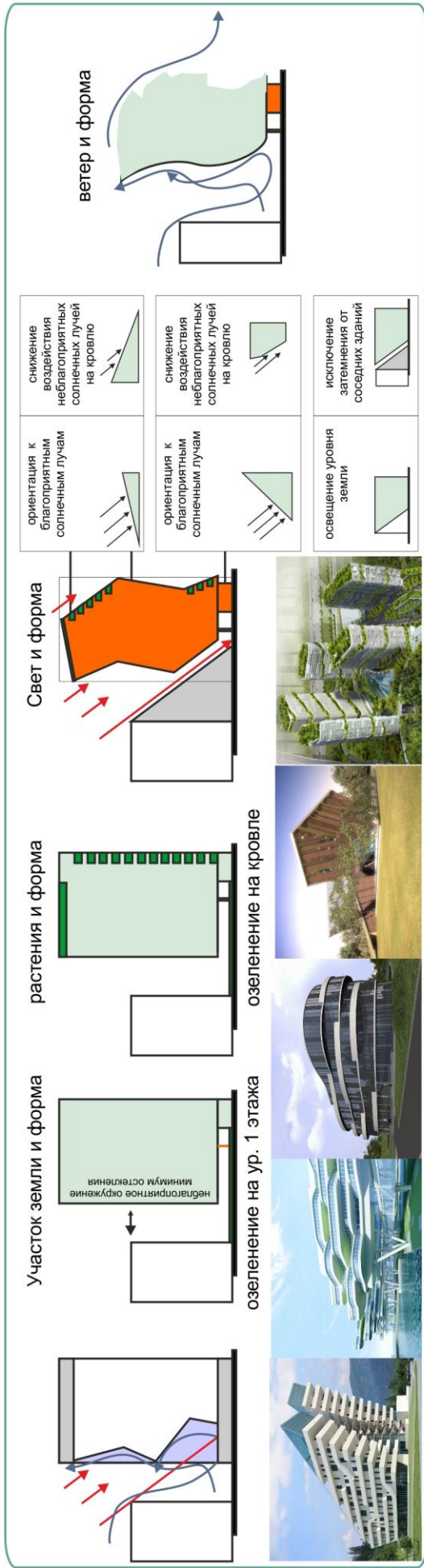


Рисунок 5 Принцип сохранения и восполнения озелененных пространств

1 этаж для размещения городских служб

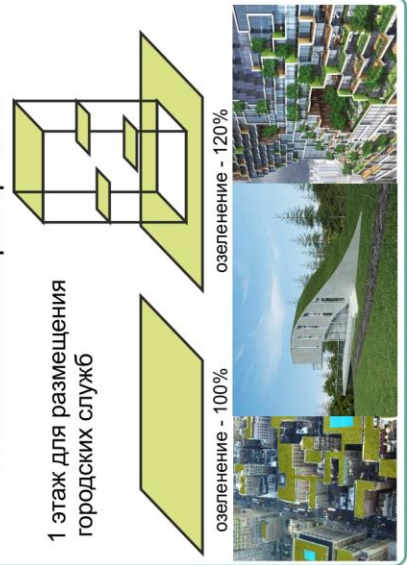


Рисунок 6 Принцип взаимосвязей с окружающей застройкой

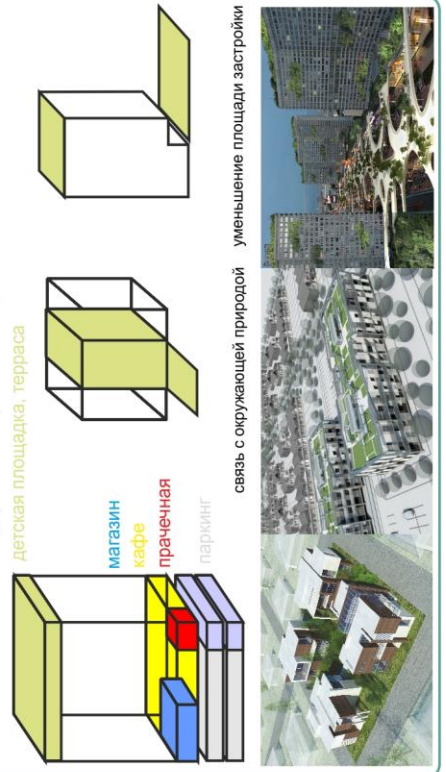


Рисунок 7 Принцип экологичности



Основные принципы формирования биоклиматических жилых зданий для России

Рисунок 8 Принцип энергонеуависимости



Рисунок 9 Принцип автономности

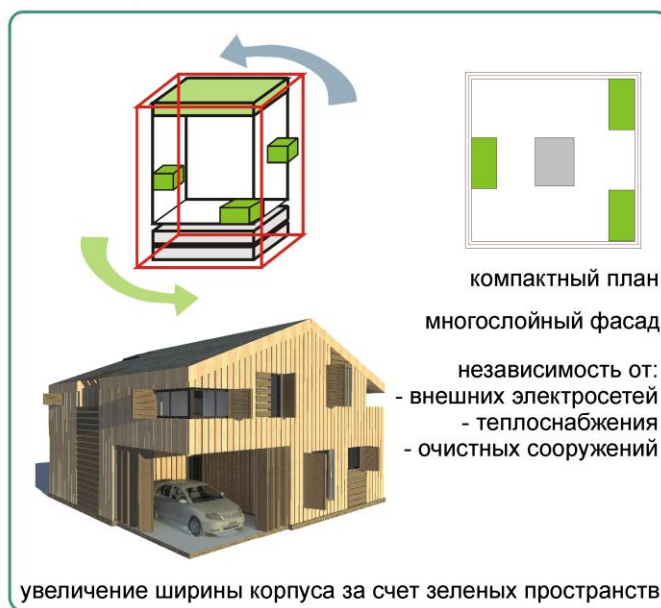


Рисунок 10 Принцип органичности

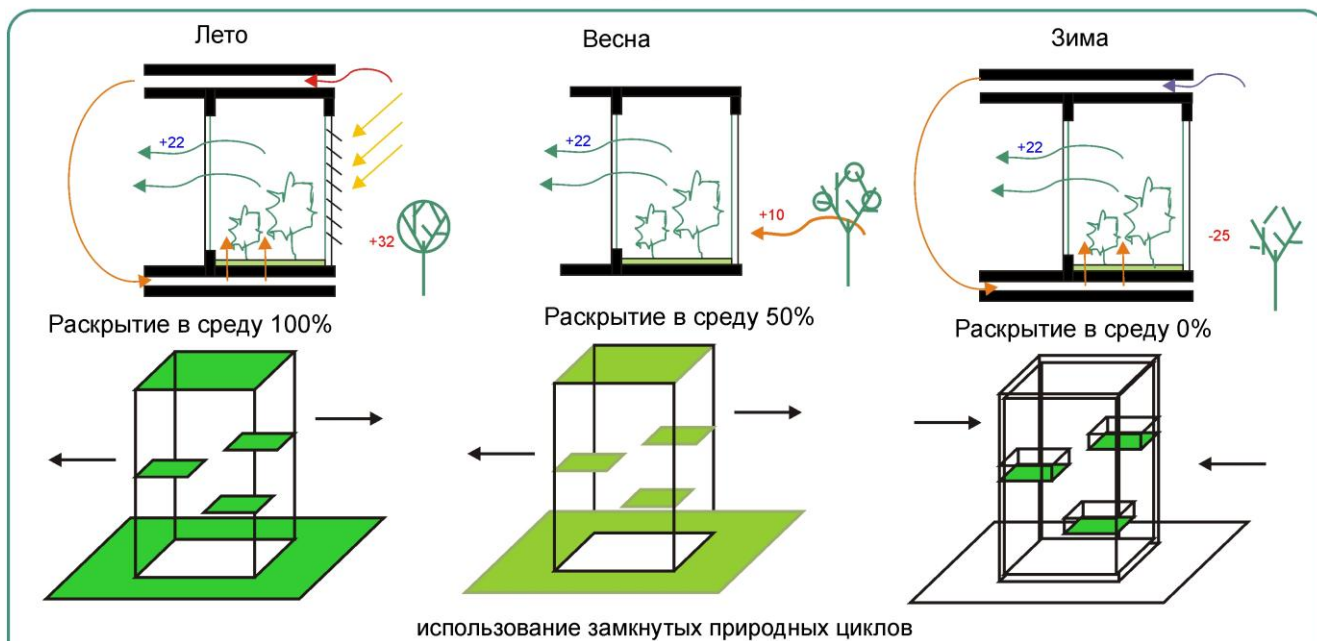


Рисунок 11 Влияние климата на архитектуру биоклиматических жилых зданий

Для условий Севера России

микроклимат

- закрытый тип биосреды здания
- использование зимних садов в качестве буферных зон между внутренней и внешней средой и для увеличения ширины корпуса
- размещение здания на высоком цоколе для защиты от холода и снеговых заносов
- размещение на неблагоприятной стороне коммуникационных узлов и подсобных помещений



материалы

- низкоэмиссионное многослойное остекление, уменьшение количества остекленных поверхностей
- эффективная теплоизоляция для защиты зимой
- применение металла, морозостойкого керамогранита, дерева
- цвет материалов - теплые оттенки, темные тона (для естественного нагревания конструкций)

энергетика

- использование ветровой и геотермальной энергии
- аккумуляция тепла в летний период
- рекуперация теплого воздуха

Для средней полосы России

микроклимат

- смешанная структура биосреды
- использование озелененных крыш для снижения перегрева летом и переохлаждения зимой
- использование зимних садов и озеленения на застекленных балконах
- использование фасадных систем для защиты от перегрева
- применение озелененных пространств для вентиляции и охлаждения здания



материалы

- энергоэффективное К или I остекление позволяет использовать большие площади остекления
- использование эффективной теплоизоляции для защиты от переохлаждения зимой и перегрева летом
- применение дерева, стекла, металла, керамики в отделке
- цвет материалов -

энергетика

- использование солнечных батарей и коллекторов, ветряков и теплового насоса
- аккумуляция тепла в летний период
- рекуперация теплого воздуха

Для южной полосы России

микроклимат

- открытый тип биосреды здания
- озелененные кровли и фасады для снижения нагрева конструкций
- использование фасадных систем для защиты от перегрева
- озелененные дворы и атриумы для вентиляции и охлаждения
- озеленение на балконах, зимних садах



материалы

- энергоэффективное стекло с защитой от ультрафиолета
- применение многослойных фасадных систем
- использование эффективной теплоизоляции для защиты от перегрева
- применение натуральных материалов: керамики, дерева, камня
- цвет материалов - светлые тона (для предотвращения перегрева конструкций)

энергетика

- использование всех видов солнечных коллекторов, ветряной энергии, энергии течения рек и др.