История развития строительной биологии

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности в строительстве

Год: 2025

# ВВЕДЕНИЕ

\*\*Введение\*\*
Строительная биология, или \*Baubiologie\*, представляет собой междисциплинарную область знаний, исследующую взаимодействие между искусственной средой обитания и здоровьем человека, а также экологическими системами. Возникнув во второй половине XX века как ответ на растущую урбанизацию и индустриализацию строительных процессов, данное направление объединяет принципы архитектуры, медицины, экологии и материаловедения с целью создания безопасных и устойчивых пространств для жизни. Актуальность темы обусловлена глобальными вызовами современности, включая изменение климата, загрязнение окружающей среды и рост хронических заболеваний, связанных с условиями проживания.
Исторически развитие строительной биологии можно проследить от первых попыток эмпирического учёта природных факторов в строительстве до формирования системного научного подхода. Уже в древних цивилизациях, таких как Египет, Китай и Греция, наблюдались элементы биоадаптивного проектирования, например, использование натуральных материалов и ориентация зданий по солнцу. Однако научное оформление дисциплины началось лишь в XX веке, когда немецкий врач Хубертус Пилгерман и инженер Антон Шнайдер заложили основы \*Baubiologie\*, разработав стандарты экологичного строительства.
Современный этап развития строительной биологии характеризуется интеграцией передовых технологий, включая компьютерное моделирование микроклимата, применение биопозитивных материалов и внедрение принципов циркулярной экономики. При этом ключевой задачей остаётся минимизация негативного воздействия строительных объектов на человека и природу, что требует углублённого изучения исторического опыта и его критического переосмысления. В данном реферате рассматриваются основные этапы эволюции строительной биологии, анализируются ключевые концепции и их практическая реализация, а также оценивается вклад дисциплины в формирование устойчивой среды будущего.
Исследование базируется на анализе научных публикаций, архивных материалов и нормативных документов, что позволяет проследить преемственность идей и их трансформацию в контексте технологического прогресса. Особое внимание уделяется роли международных организаций, таких как \*Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit (IBN)\*, в стандартизации экологичных подходов к строительству. Работа направлена на систематизацию знаний в области строительной биологии и выявление перспективных направлений её развития в условиях антропогенного давления на экосистемы.

# ИСТОРИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ БИОЛОГИИ

Исторические корни строительной биологии уходят в глубокую древность, когда человек впервые начал осознавать взаимосвязь между окружающей средой, строительными материалами и собственным здоровьем. Уже в эпоху неолита при возведении жилищ учитывались природные факторы: ориентация по сторонам света, выбор экологически чистых материалов (дерево, камень, глина), а также принципы естественной вентиляции и инсоляции. В античный период эти знания получили теоретическое обоснование в трудах Гиппократа, который отмечал влияние климата и условий проживания на здоровье человека. Римские архитекторы, такие как Витрувий, разрабатывали принципы гармоничного сочетания архитектуры и природы, что можно считать прообразом современных биоклиматических подходов в строительстве.
Средневековый период характеризовался утратой многих античных знаний, однако в ряде культур, например в арабском мире, сохранялись традиции использования природных материалов и адаптации жилищ к местным климатическим условиям. В Европе же строительство часто игнорировало экологические аспекты, что приводило к распространению заболеваний, связанных с сыростью, недостатком света и плохой вентиляцией. Лишь в эпоху Возрождения, с возрождением интереса к античному наследию, началось постепенное возвращение к принципам здорового строительства.
Переломным моментом в формировании строительной биологии как научного направления стал XIX век, когда промышленная революция привела к массовому использованию синтетических материалов и технологий, негативно влияющих на здоровье человека. В ответ на это возникли первые движения за естественное строительство, например, идеи Джона Рёскина и Уильяма Морриса, пропагандировавших возврат к традиционным ремёслам и натуральным материалам. В начале XX века немецкий врач Хубертас фон Полевиц ввёл термин «Baubiologie» (строительная биология), подчеркнув необходимость изучения влияния зданий на биологические системы.
После Второй мировой войны, на фоне роста экологического сознания, строительная биология оформилась как междисциплинарная наука, объединяющая медицину, архитектуру, химию и экологию. В 1970-х годах были разработаны первые стандарты биологического строительства, включающие критерии оценки материалов, качества воздуха, электромагнитного излучения и других факторов. Современный этап развития строительной биологии связан с глобализацией экологических проблем и необходимостью создания устойчивой, здоровой среды обитания в условиях урбанизации и климатических изменений. Таким образом, исторические предпосылки возникновения строительной биологии отражают эволюцию человеческого понимания взаимосвязи между архитектурой, природой и здоровьем, что продолжает определять её актуальность в XXI веке.

# ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ БИОЛОГИИ В XX ВЕКЕ

Развитие строительной биологии в XX веке представляет собой последовательный процесс формирования научных подходов к изучению взаимодействия строительных материалов, конструкций и живых организмов. Первые исследования в этой области были связаны с изучением биоповреждаемости строительных материалов под воздействием микроорганизмов, грибов и насекомых. В начале века внимание ученых сосредоточилось на проблемах биокоррозии, вызванной деятельностью бактерий и грибов в условиях повышенной влажности. Работы А. В. Ферсмана и других геологов заложили основы понимания биохимических процессов, влияющих на разрушение каменных конструкций.
Середина XX века ознаменовалась расширением исследований в области биологической устойчивости строительных материалов. Развитие микробиологии позволило идентифицировать ключевые виды микроорганизмов, участвующих в деградации бетона, древесины и металлов. В 1950–1960-х годах были разработаны первые биоцидные добавки, направленные на подавление роста грибов и бактерий в строительных композитах. Одновременно сформировалось направление, изучающее влияние строительных материалов на здоровье человека, что привело к появлению концепции «здорового жилья».
Во второй половине века строительная биология стала междисциплинарной наукой, объединяющей принципы материаловедения, экологии и медицины. Важным этапом стало изучение синдрома больного здания (Sick Building Syndrome), связанного с выделением токсичных веществ из синтетических материалов. В 1970–1980-х годах в Европе и Северной Америке были разработаны первые стандарты экологической безопасности строительных продуктов, учитывающие их биологическую инертность. В этот период также активизировались исследования по использованию биопозитивных материалов, таких как глина, солома и древесина, в контексте устойчивого строительства.
Конец XX века характеризуется интеграцией биологических принципов в проектирование зданий. Появились концепции биофильного дизайна, направленные на создание среды, способствующей психофизиологическому комфорту человека. Развитие нанотехнологий позволило модифицировать строительные материалы на молекулярном уровне для повышения их устойчивости к биоповреждениям. Таким образом, к началу XXI века строительная биология сформировалась как самостоятельная научная дисциплина, сочетающая фундаментальные исследования и практические решения для обеспечения долговечности и экологической безопасности строительных объектов.

# СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ БИОЛОГИИ

представляют собой синтез междисциплинарных исследований, направленных на создание экологически безопасных, энергоэффективных и биосовместимых строительных решений. В последние десятилетия акцент сместился в сторону интеграции биологических принципов в архитектурное проектирование, что привело к появлению таких концепций, как биомиметика, биофильный дизайн и умные материалы. Одним из ключевых направлений является разработка строительных материалов на основе возобновляемых ресурсов, включая биокомпозиты, мицелиальные структуры и бактериально-индуцированные минеральные отложения. Эти материалы не только снижают углеродный след, но и обладают способностью к самовосстановлению, что значительно увеличивает срок их эксплуатации.
Важным аспектом современных исследований является изучение влияния строительных материалов на здоровье человека. Установлено, что традиционные материалы, такие как формальдегидсодержащие смолы или летучие органические соединения, могут оказывать негативное воздействие на дыхательную и иммунную системы. В ответ на это разрабатываются альтернативные решения, например, использование глины, конопляного бетона или целлюлозных утеплителей, которые демонстрируют высокую паропроницаемость и антимикробные свойства. Кроме того, внедрение систем мониторинга качества воздуха в реальном времени позволяет оперативно корректировать микроклимат помещений, минимизируя риски для здоровья.
Технологии энергоэффективности также претерпели значительные изменения благодаря применению биологических систем. Фотосинтетические фасады, интегрирующие микроскопические водоросли, не только генерируют биомассу для последующей переработки, но и регулируют температурный режим зданий. Солнечные панели, имитирующие структуру листьев растений, демонстрируют повышенную эффективность за счет оптимизации угла падения света. Активно исследуются возможности использования терморегулирующих покрытий, вдохновленных кожными покровами живых организмов, которые адаптируются к внешним температурным колебаниям.
Перспективным направлением является развитие биологических строительных систем, таких как 3D-печать с использованием органических субстратов или выращивание конструктивных элементов из живых тканей. Эти методы позволяют создавать здания с минимальными отходами и высокой степенью адаптации к окружающей среде. Например, экспериментальные проекты по культивированию бактериальных каркасов демонстрируют потенциал для строительства в экстремальных условиях, включая космическое пространство.
В заключение следует отметить, что современная строительная биология ориентирована не только на технические инновации, но и на формирование гармоничного взаимодействия между искусственной средой и природными экосистемами. Это требует дальнейшего углубления знаний в области микробиологии, биохимии и экологии, а также разработки нормативных стандартов, регулирующих применение биотехнологий в строительстве.

# ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ БИОЛОГИИ НА ЭКОЛОГИЮ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Строительная биология как научное направление оказывает значительное влияние на экологию и здоровье человека, формируя принципы устойчивого проектирования и эксплуатации зданий. Основной акцент данной дисциплины заключается в минимизации негативного воздействия строительных материалов и технологий на окружающую среду, а также в создании безопасных и комфортных условий для жизнедеятельности. Влияние строительной биологии на экологию проявляется через снижение углеродного следа строительной отрасли, оптимизацию энергопотребления и использование возобновляемых ресурсов. Современные исследования подтверждают, что применение экологически чистых материалов, таких как древесина, глина и натуральные утеплители, способствует сокращению выбросов парниковых газов и уменьшению нагрузки на экосистемы.
Важным аспектом является влияние строительной биологии на здоровье человека. Синтетические материалы, широко применявшиеся в XX веке, зачастую выделяли токсичные вещества, такие как формальдегид, фенолы и летучие органические соединения, что приводило к развитию синдрома больного здания. Внедрение принципов строительной биологии позволило снизить концентрацию вредных веществ в помещениях за счёт использования натуральных и гипоаллергенных материалов. Кроме того, учитываются такие факторы, как естественная вентиляция, оптимальный уровень влажности и освещённости, что способствует улучшению микроклимата и снижению риска респираторных заболеваний.
Экологический аспект строительной биологии также включает вопросы утилизации строительных отходов и повторного использования материалов. Внедрение циклической экономики в строительстве позволяет сократить объёмы захоронения отходов и снизить потребление первичных ресурсов. Например, переработка бетона и металлоконструкций уменьшает нагрузку на природные месторождения, а применение вторичного сырья в производстве строительных материалов снижает энергозатраты.
С точки зрения здоровья человека, строительная биология уделяет особое внимание электромагнитному излучению и акустическому комфорту. Современные здания проектируются с учётом минимизации воздействия электромагнитных полей, что особенно актуально в условиях роста числа электронных устройств. Акустическая экология помещений, основанная на принципах строительной биологии, способствует снижению уровня шума, что положительно влияет на психоэмоциональное состояние и когнитивные функции.
Таким образом, строительная биология играет ключевую роль в формировании устойчивой среды обитания, сочетая экологические принципы с требованиями к безопасности и комфорту. Дальнейшее развитие этого направления позволит снизить антропогенную нагрузку на природу и создать здоровые условия для жизни будущих поколений.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует отметить, что строительная биология как междисциплинарная наука прошла значительный путь развития, начиная с первых попыток интеграции биологических принципов в архитектурную практику в середине XX века и заканчивая современными исследованиями в области экологичного строительства и биомиметики. Анализ исторических этапов её становления демонстрирует, что ключевыми факторами эволюции данной области стали растущая экологическая осознанность общества, достижения в области материаловедения и необходимость создания здоровой среды обитания. На ранних этапах развитие строительной биологии было связано с изучением влияния строительных материалов на здоровье человека, тогда как впоследствии акцент сместился на разработку биопозитивных технологий, включая использование возобновляемых ресурсов и адаптацию природных структур в архитектурных решениях. Современный этап характеризуется активным внедрением принципов устойчивого развития, что подтверждается появлением международных стандартов, таких как LEED и BREEAM, а также расширением исследований в области биомиметических материалов и энергоэффективных систем. Однако, несмотря на значительные успехи, остаются нерешённые вопросы, связанные с масштабированием биологических подходов в массовом строительстве и экономической целесообразностью их применения. Перспективы дальнейшего развития строительной биологии видятся в углублённом изучении взаимодействия искусственной и природной сред, разработке инновационных композитных материалов и совершенствовании нормативно-правовой базы. Таким образом, строительная биология продолжает оставаться динамично развивающейся областью знаний, потенциал которой в формировании гармоничной и устойчивой архитектуры будущего ещё не исчерпан.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wittmann, F.. Building Biology: A Holistic Approach to Building Materials and Construction. 1992 (book)

2. Anton Schneider. Introduction to Building Biology: Principles and Practice. 2003 (book)

3. Baubiologie Maes. Standards of Building Biology Testing Methods. 2015 (article)

4. Pearson, D.. The Natural House Book: Creating a Healthy, Harmonious, and Ecologically Sound Home. 1989 (book)

5. Krusche, P., Althaus, D., Gabriel, I.. Ökologisches Bauen: Bauen und Wohnen in Harmonie mit der Umwelt. 1982 (book)

6. Institute for Building Biology + Sustainability (IBN). 25 Principles of Building Biology. 2020 (internet-resource)

7. Bau, U.. Healthy Living: The Role of Building Biology in Modern Architecture. 2018 (article)

8. Hegger, M., Auch-Schwelk, V., Fuchs, M., Rosenkranz, T.. Construction Materials Manual. 2006 (book)

9. Birkeland, J.. Design for Sustainability: A Sourcebook of Integrated Ecological Solutions. 2002 (book)

10. Levin, H.. Building Ecology: First Principles for a Sustainable Built Environment. 2008 (article)