

ренности, посвященной 85-летию кафедры железобетонных и каменных конструкций и 100 летию со дня рождения Н.Н. Попова / Министерство образования и науки РФ, НИ МГСУ;. - Москва, НИ МГСУ. – 2016. – С. 62-67.

10. Цискрели, Г.Д. Прочность легкого бетона на смятие / Г.Д. Цискрели, А.Б. Пирадов, А.С. Кубанейшвили, О.М. Годрия // Бетон и железобетон. – 1970. - № 6. – С. 18-20.

11. Цейтлин, С.Ю. Прочность бетона на смятие по очень малым площадкам / С.Ю. Цейтлин, Д.И. Яровский // Бетон и железобетон. - 1992. - № 11.- С. 16-17.

12. Соколов, Б.С. Исследования керамзитобетонных элементов при местном действии нагрузки / Б.С. Соколов, И.И. Мустафин // Изв. Вузов. Строительство, 1995, №1.– С. 7–10.

13. Соколов, Б.С. Прочность керамзитобетонных элементов при действии местной нагрузки / Б.С. Соколов, И.И. Мустафин // Инженерные проблемы современного железобетона: Сб. ст.– Иваново, ИВИСИ, 1995.– С. 381–387.

14. Бондарь, В.В. Соппротивление местному сжатию элементов из конструкционного керамзитобетона / В.В. Бондарь // Дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. – Минск, 2017. – 160 с.

15. ТКП ЕН 1990-2011. Еврокод. Основы проектирования строительных конструкций. – Введ. 01.07.2012. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2012. – 70 с.

УДК 624.426.5

## **УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ОБЗОР ОПРЕДЕЛЕНИЙ И КОНЦЕПЦИЙ**

*ВЕРЁВКА Ф. А., НАДОЛЬСКИЙ В. В, МАРТЫНОВ Ю. С.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

В статье выполнен обзор текущих положений об устойчивом развитии в строительстве. На основании анализа ряда зарубежных источников выделены основные признаки устойчивости в области строительства, а также приведены исчерпывающие определения и

выявлены критерии устойчивого развития в данной отрасли, получена модель устойчивого развития в строительстве с учетом экологических, социальных, экономических и технических аспектов.

**Введение.** Строительная отрасль имеет чрезвычайно важное влияние на решение задач устойчивого развития не только отдельных регионов или стран, но и всего международного сообщества в целом. Во многом это определяется не столько тем, что строительство является одним из важнейших сегментов национальной экономики, но в большей степени тем, что создание искусственной среды обитания имеет чрезвычайно высокий уровень влияния на качество жизни людей, комфорт, безопасность, здоровье и т.д.

Строительство, эксплуатация и постоянное обновление искусственно созданной среды имеют потенциальное воздействие на окружающую естественную природную среду. Важно отметить, что здания потребляют большую часть не возобновляемых природных ресурсов и создают большое количество отходов, более того, согласно различным исследованиям, на долю зданий и сооружений приходится половина всего выделяемого углекислого газа.[1]

Одной из наиболее актуальных и перспективных задач строительства в настоящий момент является создание экономичных зданий, которые способны повысить качество жизни при одновременном снижении социальных, экономических и экологических последствий. [1]

Таким образом, достижение целей устойчивого развития в архитектуре и строительстве является целью, которая выступает одной из основополагающих в наши дни. Существует множество теоретических методик по решению данных задач, но далеко не все из них являются практичными.

Традиционные архитектурные (проектные) решения и строительные технологии прошлого ввиду различных факторов во многом соответствовали современным критериям устойчивого развития, однако после промышленной революции не удовлетворение данным критериям в строительной отрасли стало приводить к серьезным последствиям. В настоящее время основное внимание уделяется развитию технологий, связанных с увеличением экономической прибыли. Данные «высокие» технологии основаны на чрезмерной эксплуатации возобновляемых природных ресурсов (земля, леса и т.д.) и истощении не возобновляемых ресурсов (минералы,

ископаемое топливо и т.д.). Как следствие строительство превращается из «части среды» в «отдельную среду».

Таким образом, для значительного сокращения и в будущем, возможно, устранения негативного влияния строительной отрасли на окружающую среду должны быть предложены новые технологические и проектные решения, позволяющие извлечь выгоду из технологий в дополнение к взаимодействию с окружающей средой.

### **Определения и концепции устойчивости**

#### **Понятие устойчивости и устойчивого развития**

В рамках данной статьи приведены различные концепции устойчивости в целом, а также приведены определения устойчивого развития в строительстве различных авторов. Одно из распространенных определений устойчивого развития – «развитие, которое способно обеспечить потребности настоящих и не ставит под угрозу возможности будущих поколений удовлетворять свои потребности» [1]. Это требует одновременного решения четырех ключевых задач в мире в целом [2]:

- Обеспечение социального прогресса, в рамках которого признаются потребности каждого;
- Эффективная защита окружающей среды;
- Разумное использование природных ресурсов;
- Поддержание высоких и стабильных уровней экономического роста и занятости.

Основная идея устойчивости заключается в том, чтобы сконцентрироваться на условиях сохранения окружающей среды, чтобы получить спроектированный продукт с максимальными внутренними атрибутами окружающей среды, чтобы он мог минимизировать нежелательные аспекты влияния этих конструкций на экосистему. Таким образом, здания должны «взаимодействовать» с окружающей средой ещё на стадии проектирования [2]. На рисунке 1 представлены концепции, отражающие принципы устойчивости. В таблице 1 приведены некоторые из определений устойчивости и устойчивого развития.

sustainability  
where the  
circles/pillars  
intersect

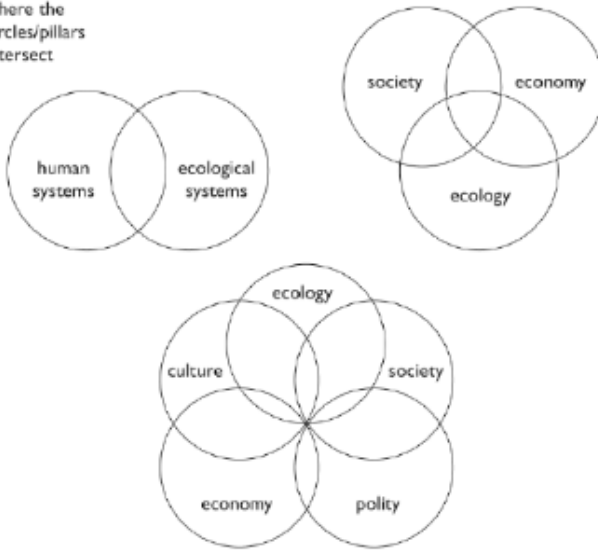


Рис. 1. Основные концепции устойчивости [4]

Таблица 1

Варианты определений устойчивости и устойчивого развития

Устойчивость	Концепция устойчивости будет использоваться в обществе, основываясь на принципе тройного результата. Тройной результат означает три составляющих социальной, экологической и финансовой деятельности, которые напрямую связаны с концепцией и целью устойчивого развития. Они тесно взаимосвязаны и имеют одинаковое значение».	Cooper (2002)	[3]
Устойчивость	Устойчивость как трехногая табуретка, каждая из ног которой представляет экосистему, экономику и общество. Любая нога, отсутствующая в «табурете устойчивости», приведет к нестабильности, потому что общество, экономика и экосистема неразрывно связаны друг с другом.	Young (1994)	[3]

Устойчивое развитие	«...Требует удовлетворения основных потребностей всех людей и расширения возможностей для экономического и социального развития. ...Инициатива в области развития считается устойчивой, если в дополнение к защите окружающей среды и созданию возможностей с её помощью возможно генерирование собственных финансовых ресурсов после того, как закончатся «донорские» инвестиции».	Bread for the World, (1993)	[4]
Устойчивое развитие	«[использует]...природные возобновляемые ресурсы таким образом, чтобы не устранять и не ухудшать их или иным образом не снижать их возобновляемую полезность для будущих поколений, сохраняя при этом фактически постоянные или не уменьшающиеся запасы природных ресурсов, таких как почва, грунтовые воды и биомасса.».	Guide to the Global Environment (1992)	[4]
Устойчивое развитие	«[основано на предпосылке, что]... текущие решения не должны ухудшать перспективы поддержания или улучшения будущего уровня жизни.... Это подразумевает, что наши экономические системы должны управляться так, чтобы мы жили за счет дивидендов наших ресурсов, поддерживая и улучшая базу активов.	R. Repetto (1986)	[4]
Устойчивое развитие	«...является поиском и реализацией рациональных стратегий, позволяющих обществу вечно равновесно управлять своим взаимодействием с экосистемой таким образом, чтобы общество в целом получало выгоды, а экосистема поддерживалась на уровне, способствующем её рекуперации».	San Jose (1993)	[4]

### Устойчивое проектирование

В последние годы растет количество литературы, посвященной устойчивому строительству и архитектуре. Можно выделить сле-

дующие основные цели устойчивости при проектировании строительных конструкций и элементов инфраструктуры [3]:

- Максимальный комфорт для человека;
- Эффективное планирование;
- Проектирование с учетом будущих возможных изменений;
- Минимизация потерь пространства;
- Минимизация расходов на строительство;
- Минимизация расходов на содержание зданий;
- Защита (сохранение) и улучшение природных ресурсов.

Устойчивость в проектировании предполагает максимальный учет возможных будущих изменений в технологиях строительства. Устойчивое развитие направлено не только на физическую устойчивость, но также и на поддержание и защиту земли и ее энергетических ресурсов. Устойчивое проектирование объединяет две цели, включая развитие технологий и достижение целей человека. Международный совет по строительству (International Council for Research and Innovation in Building and Construction) (CIB) в 1994 году определили цель создания устойчивой архитектуры и создания инновационной искусственной здоровой среды на основе экологически ориентированного проектирования и эффективности использования ресурсов.

### **Устойчивое строительство**

Устойчивое строительство определяется как «создание и ответственное управление здоровой экосистемой, основанной на ресурсосберегающих и экологических принципах» [4]. Проект OECD (Organisation for Economic Cooperation) определил для устойчивых зданий следующие пять целей [4]:

- Ресурсоэффективность;
- Энергоэффективность (включая сокращение выбросов парниковых газов);
- Предотвращение загрязнения (включая обеспечение должного качества воздуха в помещениях и снижение шума);
- Гармонизация с окружающей средой (включая оценку окружающей среды);
- Интегрированный и системный подходы (включая систему управления окружающей средой).

В таблице 2 приведены некоторые из определений устойчивого строительства и устойчивых зданий.

Таблица 2

Варианты определений устойчивого строительства и устойчивых зданий (здания, удовлетворяющие целям устойчивого развития в строительстве)

Устойчивое строительство	Подразумевает такие строительные работы, негативные воздействия которых сведены к минимуму, а позитивные воздействия максимизированы с целью достижения баланса в отношении экологических, экономических и социальных показателей.		[4]
Устойчивое строительство	Высокоэффективное строительство, которое учитывает и уменьшает его воздействие на окружающую среду и здоровье человека.	Yudelson 2008	[4]
Устойчивое строительство	«Устойчивое строительство» можно определить как методы строительства, которые стремятся к достижению комплексного качества (включая экономические, социальные и экологические показатели) в широком смысле. Таким образом, рациональное использование природных ресурсов и надлежащее управление строительным фондом будет способствовать экономии не возобновляемых ресурсов, снижению энергопотребления (энергосбережению) и улучшению качества окружающей среды.	OECD Project	[4]
Устойчивые здания	«Здоровые» объекты, спроектированные и построенные ресурсосберегающим образом, с использованием экологически обоснованных принципов	Kibert 2008	[4]
Устойчивые здания	Можно определить как те здания, которые оказывают минимальное неблагоприятное воздействие на застроенную (искусственную) и природную среду с точки зрения самих зданий, их непосредственной окружающей среды, а также в региональном и глобальном масштабах в целом.	OECD Project	[4]

## Модель устойчивого развития в строительстве

Достижение устойчивости при проектировании и строительстве зданий и сооружений является целью, которой в наши дни уделяется много внимания. Существует много теоретических предпосылок для реализации этих целей, но далеко не все из них являются практическими.

В целом можно выделить четыре основных аспекта устойчивости в строительстве:

- Экологический (защита ресурсов и экосистемы в целом);
- Социальный (участие общественности с упором на будущее и преемственность поколений);
- Экономический (сокращение отходов, эффективное планирование);
- Технический (гибкость и адаптивность, оптимизация).

В соответствии с этими четырьмя аспектами на основании анализа [1, 3, 6, 7] в таблице 3 представлена модель устойчивого развития в строительстве.

Таблица 3

### Модель устойчивого развития в строительстве

Аспекты	Этапы продвижения к достижению целей устойчивого развития			
	1	2	3	4
Экологический	Сокращение загрязнения и отходов	Уменьшение потребления	Переработка отходов	Совместимость технологий и экосистемы
Социальный	Общественное участие	Гибкость	Индивидуальный подход	Систематизация действий
Экономический	Программный подход	Оптимальная скорость строительства	Сокращение отходов	Получение прибыли
Технический	Совместимость принимаемых решений с тремя другими аспектами	Повышение качества	Упрощение решений	Оптимальное проектирование



**Заключение.** В рамках настоящего исследования приведены определения основных признаков устойчивости в области строительства и получены исчерпывающие определения устойчивости в данной отрасли.

Обобщена и приведена модель устойчивого строительства (таблица 3) с учетом четырех категорий, для каждой из которой иерархически выделены этапы достижения критериев устойчивости. На основании анализа ряда зарубежных источников выявлено, что функции устойчивого строительства связаны с решением четырех основных (базовых) задач в рамках социальных, экономических, технических, технологических и экологических аспектов:

1. увеличение финансовых и экономических сбережений;
2. уменьшение воздействия на окружающую среду и повышение совместимости (сочетаемости) с окружающей средой;
3. повышение социальной эффективности для общества;
4. повышение качества строительства и оптимизации эксплуатации здания.

Представленная модель указывает на параметры, которыми здание должно обладать для достижения критериев устойчивости.

Для дальнейших исследований особый интерес представляет обзор и анализ международных систем «зеленой» сертификации таких, как LEED (США), BREEAM (Великобритания), Green Star (Австралия), «Зеленые стандарты» (Россия) и т.д. с выделением основных категорий оценки объектов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. DuBose, J.R. and Pearce, A.R. (1997) The Natural Step as an assessment tool for the built environment. Proceedings Second International Conference on Buildings and the Environment, CSTB and CIB, Vol. 2, Paris, June, pp. 595-602.
2. Bani Masood .a," Postmodernism and Architecture", Khak publication, Iran, 2007.
3. Ding.G.K.C, "Sustainable Construction, the Role of Environmental Assessment Tools" „Journal of Environmental Management, 86(2008), pp. 451–464.
4. <http://www.arch.hku.hk/research/beer/sustain.htm>. (date of access: 20.05.2019)