

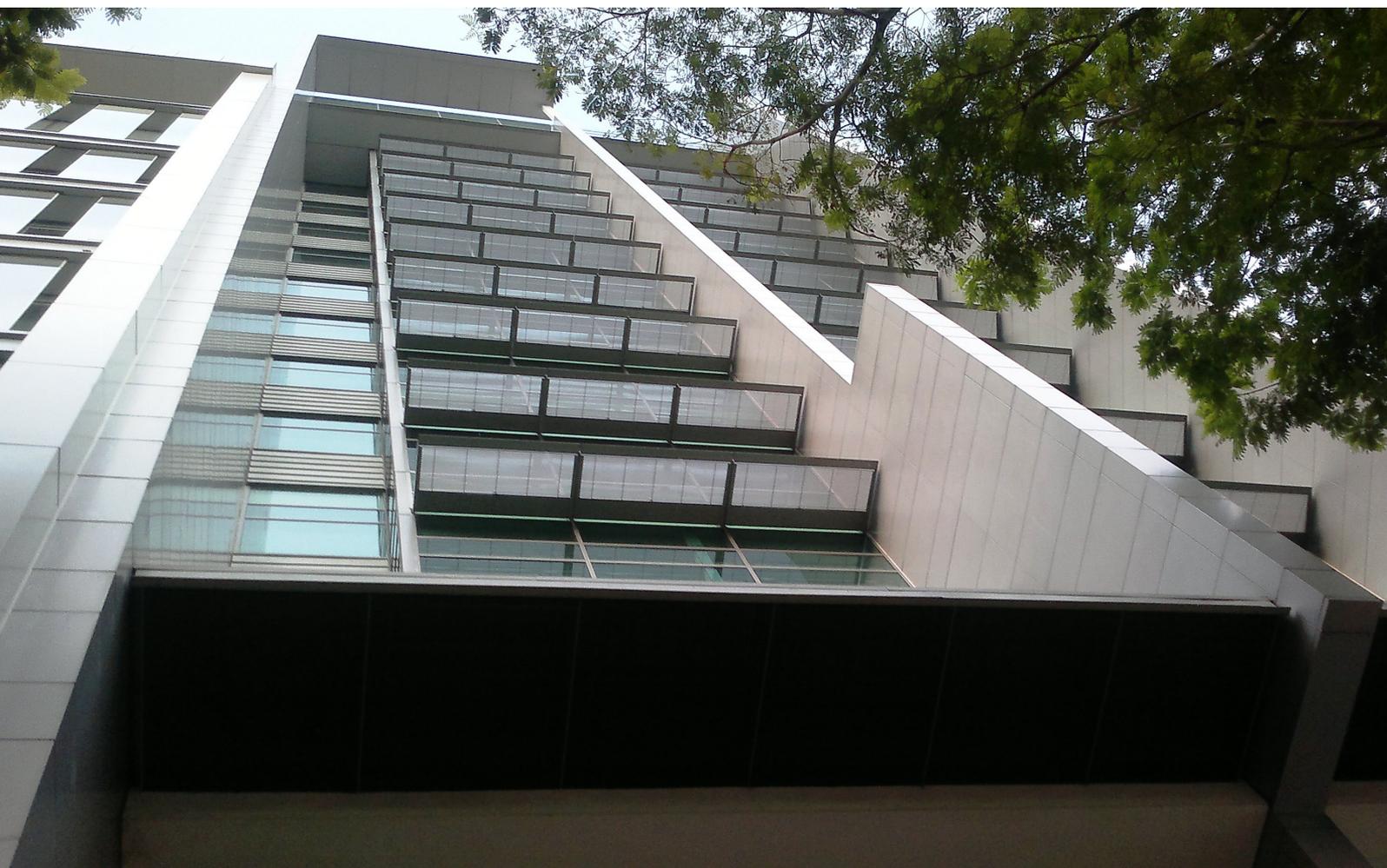


Серия Руководств по ТНА



# Технологии для смягчения последствий изменения климата

– Строительная отрасль –



**UNEP  
RISØ  
CENTRE**

ENERGY, CLIMATE  
AND SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT



# Технологии для смягчения последствий изменения климата

–Строительная отрасль –

**Автор**

**Винн Чи-Нгуен Кам**

Август 2012



Центр ЮНЕП В Рисо по вопросам энергии, климата и устойчивого развития  
Отдел технического управления  
Датский технический университет (DTU) Building 142  
DTU Risø Campus Frederiksborgvej 399  
P.O. Box: 49 4000 Roskilde Denmark  
Phone +45 4677 5129  
Fax +45 4632 1999  
<http://www.uneprioe.org/> <http://tech-action.org/>

ISBN: 978-87-93130-40-1

Проектирование и производство:  
Magnum Custom Publishing Нью-Дели, Индия  
[info@magnumbooks.org](mailto:info@magnumbooks.org)

Переводчик с английсково: Татьяна Дуриманова  
Отредактировано: Ксения Петриченко

Признательность за предоставленные фотографии:  
Фотография на передней обложке любезно предоставлено Винн Чи-Нгуен Кам ()

Это руководство можно загрузить с <http://tech-action.org/>

Отказ от ответственности:

Данное Руководство предназначено для содействия правительствам, проектировщикам, и заинтересованным лицам, занимающимся вопросами проведения Оценки технологических потребностей и разработки планов действий в отношении формулирования прогрессивных идей проектов и изысканию международного финансирования для смягчения последствий изменения климата. Предлагаемые в данном Руководстве результаты, предложения и выводы являются ответственностью его авторов и не должны каким-либо образом приписываться Глобальному экологическому фонду (ГЭФ), профинансировавшему данную публикацию.

# Содержание

---

<i>Перечень таблиц и рисунков</i>	v
<i>Предисловие</i>	xi
<i>Выражение благодарности</i>	xiii
<i>Краткий обзор</i>	xv
<b>1. Предисловие и краткое изложение</b>	<b>1</b>
1.1 Предисловие	1
1.2 Краткое содержание Руководства	3
<b>2. Обобщение основных выводов о доле выбросов ПГ строительной отрасли</b>	<b>7</b>
2.1 Статус и тенденции в глобальном масштабе	7
2.2 Учет выбросов ПГ при крупномасштабном строительстве	9
2.3 Понимание препятствий на пути смягчения последствий изменения климата	14
<b>3. Определение и типологии смягчения последствий изменения климата</b>	<b>17</b>
3.1 Определение смягчения последствий изменения климата в строительной отрасли	17
3.2 Пассивный солнечный дизайн – обязательное условие вновь строящихся зданий	20
3.3 Семь типов стратегий для смягчения последствий изменения климата	25
<b>4. Технологии и практики по смягчению последствий изменения климата в строительной отрасли</b>	<b>31</b>
4.1 Инновационное использование традиционных строительных материалов и дизайна	31
4.2 Дизайн и технологии пассивного дома	40
4.3. Жизненный цикл и интегрированный процесс проектирования	46
4.4 Тепловая изоляция оболочки здания	53
4.5 Высокоэффективные фасадные системы зданий	59
4.6 Технологии использования дневного света	71
4.7 Высокоэффективное отопление, вентиляция и системы кондиционирования воздуха	79

4.8	Эффективные системы освещения	86
4.9	Водосберегающие технологии	92
4.10	Поглощающие углерод и низкоуглеродные строительные материалы и продукты	103
4.11	Озеленение и строительство интегрированных систем озеленения	109
4.12	Гелиотехника	122
4.13	Ветровые турбины, интегрированные в конструкцию зданий	129
4.14	Управление энергопотреблением и повышение эффективности	134
4.15	Катализаторы изменения в поведении	141
4.16	Централизованные энергетические услуги	147
4.17	Экологический дизайн и практика деятельности устойчивых сообществ	153
<b>5.</b>	<b>Реализация технологий и приемов по смягчению воздействий изменения климата</b>	<b>161</b>
5.1	Определение приоритетов по технологиям для смягчения последствий изменения климата на национальном уровне	161
5.2	Стратегии реализации технологии, заинтересованные стороны и условия	165
5.3	Шаги по практической реализации	172
<b>6.</b>	<b>Выводы</b>	<b>179</b>
	<b>Ссылки</b>	<b>181</b>
	<b>Приложение I: Сводные таблицы: Технологии и практика по смягчению последствий изменения климата</b>	<b>191</b>
	<b>Приложение II: Глоссарий</b>	<b>209</b>
	<b>Приложение III: Дополнительные источники информации о технологиях и практике по смягчению последствий изменения климата</b>	<b>215</b>

# Перечень таблиц и рисунков

---

## Перечень таблиц

Таблица 3.1.1:	Типологии технологий и практик по смягчению последствий изменения климата	19
Таблица 4.8.1:	Сравнение обычно используемых ламп	87
Таблица 4.10.1:	Оценочные сокращения выбросов углерода путем замены различных компонентов здания на один кубометр древесины [со ссылкой на (Рутер (Ruter, 2011))]	108
Таблица 5.1.1:	Система принятия решений по определению приоритетности	163
Таблица 5.2.1:	Заинтересованные участники из сектора строительства и их главные интересы и проблемы (на основании публикации Wallbauma et al., 2010 г.)	166
Таблица 5.2.2:	Заинтересованные стороны строительного сектора, их типичные интересы, проблемы и обязательства по смягчению последствий изменения климата (с учетом UNEP SBCI, 2009)	167

## Перечень рисунков

Рисунок 1.1.1:	Здания связанные с жизнью, учебой, работой, отдыхом и развлечениями	1
Рисунок 2.2.1:	Энергия, используемая на транспортировку в связи со строительством	10
Рисунок 2.2.2:	Энергия, используемая для управления строительной техникой	10
Рисунок 2.2.3:	Использование энергии в эксплуатационной стадии жизненного цикла здания (Гонконг)	11
Рисунок 2.2.4:	Снос здания	11
Рисунок 2.2.5:	Сортировка материалов для утилизации	12
Рисунок 2.2.6:	Существующие здания, находящиеся в хорошем состоянии, могут быть переоснащены для обеспечения энергосбережения	13
Рисунок 2.2.7:	Спрос на новое жилье в развивающихся странах (Вьетнам)	13
Таблица 3.1.1:	Типологии технологий и практик по смягчению последствий изменения климата	19

Рисунок 3.2.1:	Ненадлежащим образом выбранный участок для застройки территории угрожает биоразнообразию, что зачастую происходит в горных, лесных и прибрежных зонах	20
Рисунок 3.2.2:	Дизайн, учитывающий холмистость ландшафта	21
Рисунок 3.2.3:	Плотно застроенные жилые кварталы в тропиках – окна не выходят на запад	21
Рисунок 3.2.4:	Компоновка зданий создает солнцезащитный эффект, т.е. окна затеняются от солнечных лучей слева	22
Рисунок 3.2.5:	Применение солнцезащитных конструкций позволяет дневному свету проникать вглубь внутреннего пространства здания.	22
Рисунок 3.2.6:	Пример дизайна для проникновения дневного света вглубь здания	23
Рисунок 3.2.7:	Дизайн, направленный на улучшение естественной вентиляции в тропиках	23
Рисунок 3.2.8:	Сочетание естественной вентиляции с доступом дневного света для дома во Вьетнаме	24
Рисунок 3.2.9:	Дизайн с использованием теплоемких материалов в умеренном климате Северной Америки	25
Рисунок 4.1.1:	Строящийся стабилизированный глинобитный фундамент в Индии	32
Рисунок 4.1.2:	Современное применение системы «водной крыши», обеспечивающей тепловой комфорт и дневной свет в здании	33
Рисунок 4.1.3:	Традиционная китайская практика ориентации здания	36
Рисунок 4.1.4:	Давление со стороны урбанизации можно наблюдать во многих азиатских странах	38
Рисунок 4.1.5:	Передвижной дом в Ауровилле, Индия, в стадии строительства (слева) и в законченном виде (справа)	40
Рисунок 4.2.1:	Дополнительная изоляция, воздухонепроницаемая конструкция и вентиляция системы утилизации отходящего тепла	41
Рисунок 4.3.1:	Моделирование дневного света при различных вариантах дизайна для облегчения процесса принятия решений	47
Рисунок 4.3.2:	Интегрированный процесс проектирования (Предоставлено: Ларсон (Larsson, 2009))	49
Рисунок 4.4.1:	Воздушный зазор используется для стен, сочетающих дерево и кирпичную кладку	55
Рисунок 4.5.1:	Фасад здания, действующий в качестве интерфейса между внешней и внутренней средой	60
Рисунок 4.5.2:	На примере Гонконга, на этой иллюстрации можно видеть большое количество различных фасадов, органично вливающих в среду города	60

Рисунок 4.5.3:	Светопроницаемость различных типов стекла и комбинаций остекления	61
Рисунок 4.5.4:	Система двойного остекления	62
Рисунок 4.5.5:	Фотохромное стекло (слева) и прозрачное стекло (справа) при ярко светящем дневном свете	62
Рисунок 4.5.6:	Светозащитные устройства интегрированные в традиционные мотивы как выражение архитектурного дизайна здания Министерства финансов Малайзии в Путрае, Малайзия	64
Рисунок 4.5.7:	Окно с двойным застеклением	65
Рисунок 4.5.8:	Здание со сложным комбинированным фасадом в Музее новостей (Newseum), Вашингтон, округ Колумбия, США	66
Рисунок 4.5.9:	Цельная стена с естественной вентиляцией и проникновением дневного света для банка в Винх Лонг Сити (Vinh Long City), Вьетнам	67
Рисунок 4.5.10:	Фасад здания с низким ETTV, осуществленный при помощи расчета правильного соотношения площади стен и окон с использованием светозатеняющих устройств – один из примеров технологий строительства зданий в тропиках	68
Рисунок 4.5.11:	Проникновение дневного света через высокоэффективную застекленную фасадную систему	69
Рисунок 4.5.12:	Фасад здания Национальной библиотеки с низким ETTV в Сингапуре включает двойное остекление с соответствующим соотношением между площадью стен и окон и достаточным количеством солнцезащитных устройств	71
Рисунок 4.6.1:	Световая полка, окно в крыше и световод	72
Рисунок 4.6.2:	Светоотражающая внутренняя отделка помещения, улучшающая эффективность дневного освещения на станции Зуойинг (Zuoying), город Гаосюна (Kaohsiung), Тайвань	74
Рисунок 4.6.3:	Рассеивающие свет отражающие жалюзи, установленные в фасадной системе с двойным застеклением	75
Рисунок 4.6.4:	Окна в крыше пропускают дневной свет в интерьер здания в терминале 3 аэропорта Чанги (Changi), Сингапур	75
Рисунок 4.6.5:	Световая полка, окно в крыше и световод в офисе с нулевым потреблением энергии в Пусат Тенэга, Малайзия	78
Рисунок 4.7.1:	Диаграмма обычной типовой системы охлаждения и вентиляции	80
Рисунок 4.7.2:	Диаграмма типовой энергоэффективной системы охлаждения и вентиляции	81
Рисунок 4.7.3:	Вентиляция вытесняющим потоком	82
Рисунок 4.8.1:	Энергосберегающие лампы	86

Рисунок 4.8.2:	Примеры энергосберегающих светильников	89
Рисунок 4.8.3:	Зональное регулирование позволяет освещать пространство библиотеки около окна наряду с дневным светом (слева), в то время как пространство подале от окна освещается CFL	89
Рисунок 4.9.1:	Сбор дождевой воды в многоэтажных зданиях	94
Рисунок 4.9.2:	Блок-схема типичной системы повторного использования бытовых сточных вод	95
Рисунок 4.9.3:	Течение воды из кранов с аэрирующей насадкой (слева) и без насадки (справа)	96
Рисунок 4.9.4:	Унитаз с двойным бачком	96
Рисунок 4.9.5:	Экономия воды, воды стиральной машиной с фронтальной загрузкой (слева) и обычной загрузкой сверху (справа)	97
Рисунок 4.9.6:	Система капельного орошения	97
Рисунок 4.9.7:	Пространство на крыше должно быть достаточно большим для размещения водяного бака и обеспечения доступа к нему для обслуживания	99
Рисунок 4.9.8:	Аэратор, установленный на обычный водопроводный кран в целях водосбережения	99
Рисунок 4.10.1:	Применение углеродопоглощающих материалов в зданиях	104
Рисунок 4.10.2:	Транспортировочные контейнеры могут, опосредованно, снова использоваться при строительстве новых зданий	105
Рисунок 4.10.3:	Примеры использования древесины в строительстве	106
Рисунок 4.11.1:	Создание интегрированных озеленительных систем	110
Рисунок 4.11.2:	Общераспространенные типы зеленых фасадов/стен	111
Рисунок 4.11.3:	Зеленый фасад с модульной системой на основе технологии орошения и самоосушения	112
Рисунок 4.11.4:	Детальный чертёж сада на крыше в разрезе	113
Рисунок 4.11.5:	Система вертикального озеленения фасада, закрывающая машинное помещение производственного предприятия	114
Рисунок 4.11.6:	Сад на крыше позволяет видеть окрестности, дает возможность почувствовать единение с внешним миром, а также увеличивает покрытое растительностью открытое пространство в Колледже Института технического образования Востока, Сингапур	115
Рисунок 4.11.7:	Растительность как составной компонент дизайна зданий в Университете управления в Сингапуре	116
Рисунок 4.11.8:	Продвижение городского биоразнообразия созданием зеленых полос,	

	идущих от земли к саду на крыше в Сингапуре (Solaris, One North, Singapore)	118
Рисунок 4.11.9:	Зеленая стена и растительность на крыше, как экологический буфер для жилого здания, выходящего на оживленную дорогу	119
Рисунок 4.11.10:	Зеленая стена помогает снизить суточные колебания температуры фасада здания	120
Рисунок 4.11.11:	Сад на крыше зоны государственного жилого дома в Пангголе, Сингапур	121
Рисунок 4.12.1:	Солнечный тепловой водонагреватель (слева), фотоэлектрические панели (справа)	123
Рисунок 4.12.2:	ФЭ панели, как часть конструкции здания	123
Рисунок 4.12.3:	BIPV: ФЭ модуль, вставленный между двумя стеклянными панелями над атриумом	124
Рисунок 4.12.4:	Диаграмма обычной системы солнечный дом	124
Рисунок 4.12.5:	Солнечная тепловая система, установлена на крыше здания	125
Рисунок 4.13.1:	Ветровая турбина с горизонтальной осью (HAWT)	130
Рисунок 4.13.2:	Ветровые микро-турбины, интегрированные в здания в городском районе	131
Рисунок 4.14.1:	Типичный процесс ЭСК	137
Рисунок 4.15.1:	Маркировка с указанием экологической чистоты продукта	144
Рисунок 4.16.1:	Схема централизованного теплоснабжения/ охлаждения	148
Рисунок 4.17.1:	Экологически чистые транспортные средства в столичном районе Наньган, Тайпей, Тайвань	154
Рисунок 4.17.2:	Механизм самоочищения для управления ливневыми стоками	155
Рисунок 4.17.3:	Коммунальный сад создает возможности для знакомства и дружбы членов сообщества и визуального комфорта в условиях плотной высотной застройки	156
Таблица 5.1.1:	Система принятия решений по определению приоритетности	163
Таблица 5.2.1:	Заинтересованные участники из сектора строительства и их главные интересы и проблемы (на основании публикации Wallbaum et al., 2010 г.)	166
Таблица 5.2.2:	Заинтересованные стороны строительного сектора, их типичные интересы, проблемы и обязательства по смягчению последствий изменения климата (с учетом UNEP SBCI, 2009)	167
Рисунок 5.3.1:	Организационная структура типичной рабочей группы по технологиям и практике для смягчения последствий изменений климата	174



# Предисловие

---

Вклад зданий в глобальные выбросы парниковых газов составляет, приблизительно, одну треть от общего количества, что делает их крупнейшим источником выбросов (ПГ). В среднем, человек проводит, приблизительно, 90 % своего времени в зданиях.

Это означает, что строительная отрасль сталкивается с проблемой сокращения выбросов ПГ, поддерживая, если уж не улучшая, качество услуг для пользователей зданий. Кроме того, доля строительной отрасли в ВВП страны составляет, обычно, от 5 до 15 %, обеспечивая, в среднем, 5–10 % рабочих мест на национальном уровне. Смягчение последствий изменения климата в строительной отрасли также означает предоставление возможности для развития экологически ориентированной экономики и создания большего количества экологически чистых («зеленых») рабочих мест.

Строительная отрасль предоставляет широкие возможности для сокращения выбросов ПГ, способствуя, в то же время, устойчивому развитию стран. В данном Руководстве дается подробное описание технологий по смягчению последствий изменения климата и практик, используемых в строительной отрасли. Оно направлено на предоставление необходимых технических знаний и информации странам в их реализации. Оценки технологических потребностей и разработке планов действий по вопросам технологий, способствующих смягчению последствий изменения климата и устойчивому развитию.

Эта публикация является частью серии технических Руководств, подготовленных Центром ЮНЕП Рисо по вопросам энергетики, климата и устойчивого развития (*URC*), как компонент проекта по Оценке технологических потребностей. Ее подготовка координировалась доктором Йоргом Рогатом (*Jorge Rogat*). Автором публикации является доктор Винн Чи-Нгуен Кам, страстный архитектор и исследователь в области устойчивой антропогенной среды.

**Йорг Рогат (*Jorge Rogat*)**

Менеджер проекта  
Центр ЮНЕП Рисо

**Марк Радка (*Mark Radka*)**

Координатор Программы по энергетике  
ЮНЕП *DTIE*

Август 2012



# Выражение благодарности

---

Прежде всего, я выражаю благодарность Центру ЮНЕП Рисо и доктору Йоргу Рогату за его огромные усилия по координации разработки данного Руководства.

Я также хотел бы поблагодарить многих экспертов и отдельных частных лиц за внесенный ими вклад в нашу работу — в частности доктора Чиа-Чин Ченг (*Chia-Chin Cheng*) за разработку процесса по подготовке данного Руководства, г-на Нильса Ларсона (*Nils Larsson*) из *iiSBE* за его комментарии по интегрированному процессу проектирования, г-на Джейкоба Холкомба (*Jacob Halcomb*) из ЮНЕП (Отдел технологии, промышленности и экономики), двух рецензентов, пожелавших остаться анонимными, за их ценные комментарии и предложения по проектам Руководства и г-жу Джессу Боунас-Дьюес (*Jessa Boanas-Dewes*) за редактирование текста.

**Винн Чи-Нгуен Кам**



# Краткий обзор

---

Решение вопросов, связанных с глобальным изменением климата, требует совместных усилий всех стран, как развитых, так и находящихся на этапе развития. Эти усилия включают оценку, планирование и реализацию соответствующих технологий и передовых практик затратоэффективным образом для использования потенциалов по смягчению последствий изменения климата и адаптации всех секторов. В этом контексте, Глобальный экологический фонд финансирует программу Оценки технологических потребностей (*TNA*), осуществляемую в 36 развивающихся странах Программой по охране окружающей среды ООН (ЮНЕП) и Центром ЮНЕП в Рисо. Цели *TNA* состоят в изучении вклада, который могут внести различные технологии в национальные усилия по смягчению последствий изменения климата и адаптации, и выяснить приоритетность этих технологий на основе национальных приоритетов развития и планов. Данное Руководство разработано с целью содействия странам-участницам в проведении Оценки технологических потребностей в строительной отрасли. На основе *TNA* может быть разработан План действий по вопросам технологий (*TAP*), который поможет выявить препятствия в приобретении, осуществлении и распространении приоритетных технологий. Далее могут быть предприняты практические действия для преодоления этих препятствий и реализации потенциала по смягчению последствий изменения климата в строительной отрасли.

Целевой аудиторией Руководства являются национальные команды *TNA*, включающие широкий диапазон заинтересованных лиц из правительственных структур, НПО и частного сектора, включая профессионалов из строительной отрасли. Оно предназначено для того, чтобы стать источником информации и технических знаний по смягчению последствий изменения климата в строительной отрасли для этих заинтересованных лиц, особенно в тех странах и регионах, где доступ к такой информации ограничен.

Значительный «вклад» строительной отрасли в глобальные выбросы парниковых газов (ПГ) является общепризнанным фактом. Основными причинами этого «вклада» являются широкое применение для обогрева зданий, а также для производства строительных материалов энергии, получаемой на основе использования ископаемого топлива, освещения, нагревания воды, электрооборудования и приборов.

Смягчение последствий выбросов ПГ в строительной отрасли требует интегрированных инновационных решений и жизнеспособных технологий на этапах проектирования, строительства, эксплуатации и сноса зданий. Это своего рода технические средства, которые должны гармонично работать с программным и организационным обеспечением. В терминологии *TNA*, программное обеспечение относится к процессам, связанным с использованием технических средств, таких как методы, опыт и научно-технические знания, а организационное обеспечение относится к организационной структуре, которая необходима для процесса принятия новой технологии и ее распространения (*URC TNA Team, 2012*).

Данное Руководство помещает техническое, программное и организационное обеспечение в структурную систему. Эта система определяет и структурирует технологии и практики по смягчению

последствий изменения климата, начиная с наиболее легких и выполнимых до более сложных в соответствующем контексте развивающихся стран. Кроме того, по возможности, отдельные технологии и практики обсуждаются с точки зрения простоты их реализации в различных регионах/странах и климатических условиях. Наличие такой структуры делает типологии по смягчению последствий изменения климата в строительной отрасли четко определенными и понятными с операционной точки зрения.

На протяжении последних лет, многие развивающиеся страны также накопили существенный потенциал в области зеленых строительных технологий и практик, которые могут быть заимствованы и реализованы в соседних странах, либо в других развивающихся странах (вследствие общих ситуационных характеристик) при незначительной модификации или вообще без таковой. Поэтому, технологии и практики, с возможностями их распространения по принципу юг-юг, очень желательны, и подробно описаны в этом Руководстве.

Также немаловажным является и то, что приоритет отдается технологиям, сочетающим интегрированные, модернизированные и инновационные местные практики, а также технологиям, которые могут быть реализованы и поддержаны сообществами как жизнеспособные строительные практики. В максимально возможной степени, рассматриваемые технологии и практики применимы, как в отношении строительства новых зданий, так и в отношении реконструкции уже существующих. Они также проанализированы с точки зрения того, что применимо и что не применимо в различных регионах мира.

Другими словами, данное Руководство направлено на обеспечение детального понимания технологий и практик по смягчению последствий изменения климата в строительной отрасли с тем, чтобы страны могли осуществить свои *TNA* и разработать *TAP*. Эти технологии и практики рассматриваются с различных точек зрения, включая (1) разработку дополнительных политик, (2) укрепление потенциала, (3) создание рыночного спроса и (4) возможность их передачи по принципу юг-юг. Результаты проведенного исследования послужат основой для формирования стиля жизни и поведения обитателей зданий с целью обеспечения устойчивости последних посредством образовательных программ и общественных кампаний, направленных на повышение уровня информированности общества. Использование такого системного подхода позволит улучшить ситуацию в строительной отрасли с тем, чтобы она могла реализовать свой потенциал по смягчению последствий изменения климата и улучшить качество антропогенной среды для жизни, учебы, работы и отдыха, особенно в контексте развивающихся стран.

# 1. Предисловие и краткое изложение

---

## 1.1 Предисловие

### Значение строительной отрасли

Здания являются основой нашей повседневной деятельности. Здания связаны со всеми аспектами развития страны, включая жилье, образование, здравоохранение, рабочие места, социальные обеспечения, инфраструктуру и коммуникации.

**Рисунок 1.1.1: Здания связанные с жизнью, учебой, работой, отдыхом и развлечениями**



Большую часть времени мы проводим внутри зданий, либо как-то связаны с ними. Например, в среднем, американцы проводят, приблизительно, 90% своего времени в помещении (Управление по охране окружающей среды США, 2009). Поэтому, здания в значительной степени воздействуют на все аспекты нашей жизни: социальный, экономический и экологический.

**Социальный аспект:** здания оказывают влияние на здоровье их обитателей, качество жизни и, до определённой степени, их восприятие и взаимодействие с окружающей природной средой. Во многих развивающихся странах, плохое качество жилищ, связанное со сжиганием биомассы и ненадлежащей вентиляцией, вызывает серьезные заболевания, такие как пневмония и туберкулез, а также преждевременная смерть (ЮНЕП, 2011). На макро-уровне, группы зданий образуют кварталы, что оказывает влияние на уровень преступности, социальную деятельность и развитие сообщества.

**Экономический аспект:** строительная отрасль развивалась на протяжении прошедших десятилетий с целью удовлетворения потребностей растущего населения, его перемещения из села в город и экономического развития. Вклад строительной отрасли в ВВП страны обычно составляет 5-15%, при этом она обеспечивает 5-10% занятости на государственном уровне (Инициатива ЮНЕП по экологичным зданиям и климату (*UNEP SBCI*), 2007). На микроуровне доказано, что надлежащее проектирование зданий и их внутреннее экологическое качество, доказано способствуют улучшению производительности. В чисто экономических терминах инвестиции окупаются намного быстрее путем улучшения производительности труда, чем только простой экономией энергии.

**Экологический аспект:** строительная отрасль является крупнейшим источником глобальных выбросов парниковых газов (ПГ) и, по оценкам ЮНЕП (2011), ее доля в глобальных выбросах углерода, связанных с энергетикой, составляет одну треть (Прайс и др., (Price et al., 2006)).

Строительная отрасль также потребляет большое количество материалов в виде природных ресурсов во всем мире. В связи с урбанизацией и ростом городов, строительство зданий приводят к потере плодородной земли и создает угрозы для биоразнообразия. Твердые и жидкие отходы, являющиеся результатом жизнедеятельности зданий во многих регионах, загрязняют окружающую среду и угрожают общественному здравоохранению.

### **Смягчение последствий изменения климата в строительной отрасли: потенциалы и проблемы**

Как основной источник ПГ, строительная отрасль также предоставляет и «самый большой потенциал для долгосрочного, существенного и затратоэффективного сокращения выбросов парниковых газов» (*UNEP SBCI*, 2009). По имеющимся оценкам, использование энергии в зданиях может быть сокращено на 60% к 2050 г., если будут немедленно начаты действия по преобразованию отрасли посредством энергосбережения. Количественно, сокращение потребления энергии эквивалентно общему ее объему, потребленному транспортным и промышленным секторами экономики, вместе взятыми, в 2009 г. (Всемирный совет предпринимателей по устойчивому развитию (*WBCSD*), 2009).

Существует также и множество препятствий для реализации этого потенциала. Согласно оценкам Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), количество препятствий в строительной отрасли больше, чем в любой другой (Левин и др. (*Levine et al.*, 2007)). В данном Руководстве представлены по категориям четыре вида препятствий. Они включают:

1. Недостаточное понимание и отсутствие доступа к техническим знаниям
2. Сегментация и фрагментация строительной отрасли
3. Финансовые препятствия, связанные с восприятием
4. Стремление стимулировать потребительский интерес и эффект восстановления.

В данном Руководстве рассматривается первая группа препятствий, при этом большое внимание уделяется второй, третьей и четвертой группам препятствий. Преодоление препятствий первой группы рассматривается как фундаментальный шаг в реализации потенциала строительной отрасли по смягчению последствий изменения климата в развивающихся странах.

## **Понимание потенциала по смягчению последствий изменения климата в контексте устойчивого развития**

Джонас и Джиббс (*Jonas and Gibbs (2009)*) отмечают, что «Контроль за выбросами углерода, по всей видимости, предполагает выработку ряда новых ценностей в государственном регулировании, что может открыть возможности для стимулирования доминирующих способов городского и регионального развития, которые невозможны при устойчивом развитии.» Без наличия комплексной цели устойчивого развития, смягчение последствий изменения климата потеряет своих энтузиастов и сторонников в долгосрочной перспективе (Кам (*Cam, 2011*)).

В строительной отрасли подходы к смягчению последствий изменения климата должны быть в гармонии с более широким контекстом устойчивого развития. Поэтому технологии и практики по смягчению последствий изменения климата, рассматриваемые в Главах 3 и 4, дают общее понимание возможностей, которые они представляют для максимального использования существенных рычагов влияния строительной отрасли на социально-экономическое развитие посредством обеспечения комплексного подхода.

## **Превращение проблем в возможности**

Данное Руководство направлено на превращение проблем, связанных со смягчением последствий изменения климата, в возможности для строительной отрасли, особенно в развивающихся странах. При этом, оно структурирует и представляет технологии и практики по смягчению последствий изменения климата, таким образом, чтобы они соответствовали целям устойчивого развития. Подходы и стратегии по их реализации выходят за рамки технических вопросов с тем, чтобы по максимуму учитывать социально-экономические аспекты, преследуя цели улучшение качества жизни.

Таким образом, технологии и практики по смягчению последствий изменения климата рассматриваются не как дополнительные требования к практике ведения обычного бизнеса в строительной отрасли, а становятся возможностями для обеспечения устойчивого развития стран, регионов, городов и сообществ в целом. Другими словами, реализация технологий и практик по смягчению последствий изменения климата должна приравниваться к мерам по укреплению социально-экономического развития.

## **1.2 Краткое содержание Руководства**

В Главе 2 обобщаются основные выводы в отношении доли строительной отрасли в выбросах ПГ. Многие международные организации пришли к выводу, что основным источником выбросов ПГ является использование энергии на основе ископаемого топлива для обогрева и освещения зданий, нагревания воды, использование электрического оборудования и приборов, а также само производство строительных материалов. Однако, выбросы ПГ зависят от степени развития страны, типов зданий, количества новых зданий и их соотношения с уже существующими зданиями, а также от стадии жизненного цикла здания. Здесь также обобщены факторы, препятствующие усилиям по смягчению последствий изменения климата в строительной отрасли.

В Главе 3 определены и структурированным образом представлены технологии и практики, как возможные решения для смягчения последствий изменения климата путем снижения выбросов ПГ, начиная с самых легко выполнимых, до более сложных, с учетом обстоятельств в развивающихся странах. Используя эту структуру, можно четко определить типологии усилий

по смягчению последствий изменения климата в виде концепции. Концепция включает одно предварительное условие и семь широких типологий. Каждая типология, в свою очередь, включает ряд соответствующих технологий и практик. Типологии выглядят следующим образом:

Предварительное условие: Пассивный солнечный дизайн

Типология 1: Продвинутый вариант пассивного солнечного дизайна

Типология 2: Технологии, улучшающие эффективность пассивного солнечного дизайна

Типология 3: Активный дизайн

Типология 4: Низкоуглеродные и углеродные поглотители

Типология 5: Локальное генерирование возобновляемой энергии

Типология 6: Мониторинг и обратная связь в жителями и пользователями

Типология 7: Выход за рамки отдельных зданий.

В Главе 4 представлены подробные анализы отдельных технологий и практик по каждой из семи типологий по смягчению последствий изменения климата. Подробное рассмотрение каждой технологии и практики по смягчению последствий изменения климата включает два компонента: исходная информация и подробный анализ. Исходная информация включает:

1. Определение, описание и характеристики
2. Стадию развития с точки зрения реального статуса (доказанного или в стадии стендовых испытаний) и потенциальное усовершенствование посредством научных исследований
3. Ситуационные (климатические и пространственные) требования к реализации.

Подробный анализ включает:

1. Статус реализации с точки зрения реального проникновения на рынок; потенциал фьючерсного рынка в различных регионах/странах; и потенциал фьючерсного рынка
2. Осуществимость реализации с точки зрения требований к определенным институциональным/организационным структурам, и укреплению потенциала
3. Вклад в социальное, экономическое и экологическое развитие в различных регионах/странах
4. Финансовые требования и затраты (например, инвестиционные затраты, операционные и эксплуатационные затраты, и т.д.) при условии наличия такой информации
5. Практические примеры из различных регионов/стран, истории успеха и возможности для передачи информации по принципу юг-юг.

На основе подробного анализа Главы 4, в Главе 5 представлены рекомендации по реализации технологий и практик по смягчению последствий изменения климата. Эти рекомендации включают:

1. Практическое руководство по приоритизации технологий и практик по смягчению последствий изменения климата на национальном уровне
2. Обстоятельства, заинтересованные лица и стратегии для осуществления технологий и практик
3. Практические шаги по реализации технологий и практик, повышение их престижа, передача и дальнейшее развитие.

Хотя рекомендации обсуждаются в виде принципов, подчеркивается необходимость их понимания и изучения в контексте сформулированных приоритетов и реализации с учетом специфики страны или местных условий. Эта специфика включает географическое положение; состояние экономического развития; статус и тенденции в плане урбанизации; качество существующего общего фонда зданий; сильные стороны секторов экономики, связанных со строительной отраслью; доступность существующих трудовых ресурсов и специалистов; социальные и этические нормы; и существующие местные технологии и практики, которые можно использовать для смягчения последствий изменения климата.

В Главе 6 подчеркивается, что технологии и практики по смягчению последствий изменения климата должны реализовываться соответствующим образом. Необходимо принимать во внимание ситуацию в странах и обеспечивать соответствие другим стратегиям устойчивого развития. Главная цель состоит в том, чтобы преодолеть препятствия на пути укрепления потенциала по смягчению последствий изменения климата в строительной отрасли и сделать типологии смягчения неотъемлемой частью стратегии всестороннего устойчивого развития страны.

Дополнительные источники информации по каждой технологии и практике (как описано в Главе 5), представлены в Приложении III. Информация включает перечень основных поставщиков технологий и глобальных/региональных/национальных организаций, предоставляющих экспертную помощь по технологиям и практикам. Этот перечень служит лишь в качестве примера и отправной точки для привлечения к участию общественности в создании более всестороннего и обновляемого информационного сайта *Climate Techwiki*, который является онлайн платформой по вопросам смягчения последствий изменения климата и адаптационным технологиям, созданной ЮНЕП и ПРООН.

В контексте прогнозируемой тенденции к повышению выбросов ПГ строительной отраслью в развивающихся странах, проведение Оценки технологических потребностей и разработка Планов действий по вопросам технологий являются своевременной и важной возможностью для анализа этой тенденции. Данное Руководство направлено на то, чтобы оказать содействие в этом усилении значимым образом, то есть, поддержать строительную отрасль и помочь ей сократить выбросы ПГ, что будет способствовать более высокому качеству жизни, экономическому росту, созданию рабочих мест и культуры устойчивого развития сообществ в области строительства.



## 2. Обобщение основных выводов о доле выбросов ПГ строительной отрасли

---

### 2.1 Статус и тенденции в глобальном масштабе

#### Глобальная статистика

Четвертый оценочный доклад МГЭИК, Обзорный доклад Штерна по экономике изменения климата, и Европейская комиссия (2007) указывают на необходимость удерживать глобальное потепление в рамках 2°C выше доиндустриальных уровней с тем, чтобы потенциально избежать некоторых из худших воздействий изменения климата. Достижение этой цели требует, чтобы глобальные выбросы достигли максимума к 2015-2020 годам, и быстро снизились к 2050 году и далее. Это означает глобальное сокращение выбросов, по меньшей мере, на 50 % от уровня 1990 года, т.е., приблизительно, с 40Гт выбросов CO<sub>2</sub>/год до 20Гт выбросов CO<sub>2</sub>/год.

В строительной отрасли произошло осознание, что использование энергии на основе ископаемого топлива для эксплуатации зданий и их строительстве является крупнейшим источником выбросов парниковых газов (ПГ). В глобальном масштабе, выбросы ПГ строительной отрасли составляют, приблизительно, одну треть от общих выбросов ПГ, при этом потребляется более 40 % используемой во всем мире энергии (Левайн и др. (*Levine et al.*, 2007)). Это составило, приблизительно 8,6 млн метрических тонн выбросов CO<sub>2</sub> в 2004 г., согласно информации Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Международное энергетическое агентство (МЭА) и Организация по экономическому сотрудничеству и развитию (ОЭСР) предполагают, что к 2050 г., энергопотребление в строительной отрасли увеличится на 60 %, что превышает прогнозируемое увеличение транспортного или промышленного секторов экономики (МЭА & ОЭСР, 2010).

МГЭИК определяет основными источниками выбросов ПГ отопление зданий, охлаждение помещений, нагревание воды, искусственное освещение и использование приборов. Кроме того, здания, ввиду использования ими изоляционных материалов, и охлаждения, также являются источниками выбросов не-CO<sub>2</sub> выбросов ПГ, включая галогеноуглероды (*CFC* и *HCFC*) и гидрофторуглероды (*HFC*). Эти газы выделяют более 15 % от 8,6 млн метрических тонн выбросов CO<sub>2</sub>, и их уровни выбросов, по прогнозам, будет оставаться постоянными до 2015 г. и затем начнет уменьшаться (Левайн и др., (*Levine et al.*, 2007)), как только вступят в силу политики, соответствующие Монреальскому протоколу. Доклад ЮНЕП по *HFC* гласит, что «выбросы *HFC* и уровень их содержания в атмосфере быстро возрастает. Если не будут приниматься никакие меры в отношении *HFC*, то в будущем (скажем, к 2050 г.) уровень их содержания может свести к нулю большую часть положительных результатов по смягчению последствий изменения климата, которые могут быть достигнуты в соответствии с Монреальским протоколом» (ЮНЕП, 2011а).

Несмотря на все дебаты, в большей части исследований, касающихся доли строительной отрасли в глобальных выбросах ПГ, большое внимание уделяется выбросам, связанным с использованием

энергии в этом секторе. От общего количества энергии, используемой в зданиях по всему миру, 45 % потребляется в странах-членах ОЭСР, 10 % в экономиках переходного периода, и остальное – в развивающихся странах (Левайн и др. (*Levine et al.*, 2007)).

Согласно сценарию быстрого роста МГЭИК, общее количество выбросов ПГ строительной отраслью почти удвоится до 15,6 млрд метрических тонн CO<sub>2</sub>-выбросов к 2030 г. Фактически, с 1999 по 2004 гг., выбросы ПГ в результате использования энергии зданиями, увеличивались в среднем, на 2,7 % в год.

### **Различия, связанные со стадиями развития**

Отмечается, что выбросы ПГ зданиями связаны со стадиями экономического развития страны. Например, МГЭИК сообщает, что с 1971 по 2004 гг., самое большое региональное увеличение выбросов CO<sub>2</sub> наблюдалась в развивающихся странах Азии, то есть, 42 % поступало от жилых зданий и 30 % – от коммерческих зданий (Левайн и др. (*Levine et al.*, 2007)).

Исторически, Северная Америка, Западная Европа, Кавказ и Средняя Азия были главными источниками выбросов ПГ. Однако, согласно сценарию быстрого экономического роста МГЭИК, общее количество выбросов развивающимися странами превысит выбросы указанных регионов к 2030 г. (*UNEP SBCI*, 2009). С 2004 по 2030 гг., будет происходить увеличение выбросов ПГ в развивающихся странах и экономиках переходного периода, включающих регионы Азии, Ближнего Востока/Северной Африке, Латинской Америке и регионе Африки южнее Сахары, в представленном порядке (Левайн и др. (*Levine et al.*, 2007)). Основная причина состоит в том, что население развивающихся страны, по прогнозам, увеличится на 2,3 млрд за следующие четыре десятилетия (Департамент ООН по экономическим и социальным вопросам (*UN DESA*), 2009), что увеличит потребление топлива городским населением. Исследование Всемирного банка показывает, что увеличение на 1 % городского населения соответствует увеличению на 2.2 % потребления энергии (Всемирный совет предпринимателей по устойчивому развитию (*WBCSD*), 2008).

Кроме того, в этих странах происходит интенсивный экономический рост, что ведет к быстрой урбанизации. Это требует строительства большего количества зданий для решения вопроса дефицита жилья и других коммерческих зданий для удовлетворения социальных, экономических и прочих потребностей. Например, Всемирный совет предпринимателей по устойчивому развитию предполагает, что Китаю может понадобиться в два раза больше офисных площадей, чем США на протяжении двух десятилетий, начиная с 2000 г. (*WBCSD*, 2009).

Потребности в строительстве, урбанизация и растущие доходы домохозяйств являются основным фактором увеличения энергопотребления в зданиях, что приводит к повышению выбросов ПГ. В Индии и Китае в последние годы имело место значительное изменение в плане отхода от традиционных источников энергии в виде биомассы, сельскохозяйственных отходов и энергии, получаемой из экскрементов животных к использованию коммерческого топлива, такого как СПГ, керосин и электричество. Поскольку происходит рост экономики и развитие инфраструктуры, электричество и газ становятся более доступными, особенно в местностях, которые ранее были сельскими. Эта доступность стимулирует стремление к приобретению электроприборов, что, в свою очередь, увеличивает энергопотребление. Этот порочный круг еще более расширяется в связи с возможностью для домашних хозяйства увеличить потребления электричества вследствие роста семейных доходов (*UNEP SBCI*, 2009).

## 2.2 Учет выбросов ПГ при крупномасштабном строительстве

### Различия, связанные с типами зданий

Большинство исследований и отчетов по выбросам ПГ строительной отрасли разделяют здания на два общих типа: жилые и коммерческие. Хотя определение жилых зданий является столь же однозначным, как и смысл слов их обозначающих, коммерческие здания включают все нежилые здания, не предназначенные для проживания в них, такие как общественные и специализированные здания, офисы, муниципальные помещения, и т.д. Такое общее определение и используется в данном Руководстве.

Различные типы зданий по-разному потребляют энергию и, соответственно, выделяют различные количества ПГ. В целом, жилые здания потребляют большую часть от общего количества используемой энергии. Например, в странах Африки южнее Сахары, жилые здания потребляют, приблизительно, 96 % от общего количества энергии, потребляемой строительной отраслью. В Европе, жилые здания потребляют 76 % энергии от общего количества, используемого в строительной отрасли (Тенденции развития на Земле (*Earth Trends*), 2005). Что касается темпов роста выбросов, с 1971 по 2004 гг., коммерческие здания, по оценкам, давали рост в 2,5 % в год, темп роста жилых зданий составлял 1,7 % в год (Левин и др., (*Levine et al.*, 2007)).

### Выбросы на различных стадиях жизненного цикла зданий

Выбросы ПГ строительной отрасли происходят за счет потребления энергии на основе ископаемого топлива и электричества для различных видов деятельности на протяжении всего жизненного цикла зданий. Согласно Джонсу (*Jones*, 1998), *UNEP SBCI* (2007) потребление энергии в зданиях происходит в ходе осуществления пяти основных видов деятельности жизненного цикла зданий, которые представлены ниже:

**Производство строительных материалов**, во время которого энергия используется для извлечения природных ресурсов для сырья (горнодобывающая промышленность), их обработка и производство из них строительных материалов и компонентов. Такая энергия упоминается, как энергетические затраты на производство и эксплуатацию. Материалы, требующие высоких энергетических затрат на их производство – это материалы, которые требуют значительной обработки. Бетон, алюминий, сталь, и пластмасса являются материалами с высокими энергетическими затратами на их производство.

**Транспортировка строительных материалов места их добычи/заводов до стройплощадок**, которая, во многих случаях, может потребовать больших затрат энергии для дальних международных транспортировок больших количеств тяжелых материалов. Такая энергия упоминается как «серая энергия» (энергия, затрачиваемая на полный цикл производства единицы продукта).

Строительство здания, во время которого энергия используется для управления строительной техникой и для других видов деятельности на стройплощадке. Эта энергия упоминается как «индуцированная энергия».

**Рисунок 2.2.1: Энергия, используемая на транспортировку в связи со строительством**



**Рисунок 2.2.2: Энергия, используемая для управления строительной техникой**



Эксплуатация здания, во время которой энергия используется для различных нужд, включая нагревание, вентиляцию и кондиционирование помещений, а также нагревание воды, освещение и использование приборов. Эта энергия известна как «операционная энергия».

**Рисунок 2.2.3: Использование энергии в эксплуатационной стадии жизненного цикла здания (Гонконг)**



Снос здания, когда энергия используется для разрушающих технологий, транспортировки мусора и переработки строительных материалов (при возможности), и так далее. Такая энергия называется «энергия для сноса-утилизации».

**Рисунок 2.2.4: Снос здания**



### Рисунок 2.2.5: Сортировка материалов для утилизации



В целом, среди пяти типов потребления энергии, упомянутых выше, операционная энергия представляет самую большую часть энергии, потребляемой за весь жизненный цикл здания. Что касается выбросов ПГ, на стадии эксплуатации здания их выделяется более 80 % от общего объема выбросов за весь жизненный цикл здания (*UNEP SBCI, 2009*). Лишь небольшой процент от общего объема ПГ, выделяемых в ходе всего жизненного цикла здания, приходится на другие виды деятельности, то есть, производство строительных материалов, транспортировку, строительство и снос. Таким образом, сокращение энергопотребления на стадии эксплуатации здания крайне важно для снижения выбросов ПГ строительной отраслью.

### Новые здания в сравнении с уже существующими зданиями

В принципе, гораздо больше экономического смысла имеет интегрирование энергосберегающих мер и технологий на ранней стадии проектирования зданий, по сравнению с их переоснащением в целях энергосбережения впоследствии. Однако, вследствие большого количества уже существующих зданий, особенно в развитых странах, большее количество выбросов ПГ является результатом неэффективного функционирования этих зданий. Для того, чтобы значительно сократить выбросы ПГ строительной отраслью в обозримом будущем за счет энергосбережения, очень важно переоснастить существующие здания.

По сравнению с уже существующими зданиями, новые здания предоставляют большую гибкость и возможности для осуществления мер по энергосбережению с самого начала. Например, в Америке, новые жилые здания могут потреблять на 30 % меньше энергии, чем уже существующие (Исследовательский центр глобального изменения климата *Pew Research Center, 2009*). В развивающихся странах имеется существенный потенциал для создания энергоэффективных строительных материалов на будущее, поскольку требуется быстро построить большое количество новых зданий для предоставления адекватного жилья растущему населению – более 500 млн человек. (ЮНЕП, 2011). Это является хорошей возможностью для инвестиций в крупномасштабные мероприятия и технологии по энергосбережению, которые могут быть интегрированы на стадии проектирования новых зданий.

**Рисунок 2.2.6: Существующие здания, находящиеся в хорошем состоянии, могут быть переоснащены для обеспечения энергосбережения**



**Рисунок 2.2.7: Спрос на новое жилье в развивающихся странах (Вьетнам)**



В то же время, некоторые из больших городов в развивающихся странах предоставляют реальные возможности для переоснащения зданий с целью улучшения их энергоэффективности. Например, в Индии, по имеющимся оценкам, переоснащение существующих коммерческих зданий с использованием рентабельных энергосберегающих технологий может обеспечить экономию энергии до 25 % (*UNEP SBCI, 2010*).

### **2.3 Понимание препятствий на пути смягчения последствий изменения климата**

Будучи основным источником выбросов ПГ, строительная отрасль предоставляет «самый большой потенциал для долгосрочного, существенного и затратоэффективного сокращения выбросов парниковых газов» (*UNEP SBCI, 2009*). Тем не менее, на этом пути существует множество препятствий. Обзор существующих исследований в этой области показывает, что имеется ряд основных препятствий. В данном Руководстве эти препятствия разбиты на следующие четыре группы:

#### **Недостаточное понимание и отсутствие доступа к техническим знаниям**

Эта первая группа препятствий существует, в значительной степени, в развивающихся странах, где вопросам серьёзности выбросов ПГ и эффективности использования энергии в зданиях уделяется меньше внимания по сравнению со многими другими безотлагательными проблемами, такими как борьба с бедностью, повышение уровня здравоохранения и сокращение преступности. В результате, вопрос преимущества строительства энергосберегающих зданий зачастую не признается. Этим объясняется пренебрежительное отношение к приобретению соответствующих технических знаний, включая недорогостоящие, но, тем не менее, эффективные технологии и передовой опыт.

Существуют также препятствия в плане доступа к знаниям и технологиям во многих сельских местностях развивающихся стран, вследствие отсутствия средств коммуникации. В городах большинство пользователей зданий не знает о возможностях энергосбережения зданий, в которых они проживают, вследствие отсутствия приборов для количественного измерения энергетических затрат в зданиях.

#### **Сегментация и фрагментация строительной отрасли**

Эта вторая группа барьеров отражает природу строительной отрасли, следующим образом:

1. Потенциалы сокращения выбросов разделены на большое количество небольших возможностей, охватывающих сотни миллионов отдельных зданий (*UNEP & CEU, 2007*). Столь незначительная экономия, при условии большого количества единиц конечного пользования, кумулятивно создает большое сокращение выбросов, требуя, при этом, участия большого количества владельцев зданий и заинтересованных лиц. Это создает проблему.
2. На различных стадиях жизненного цикла здания участвуют различные заинтересованные лица, включая застройщиков, финансистов, менеджеров проектов, архитекторов, инженеров-строителей, инженеров-механиков и инженеров-электриков, руководителей производства, владельцев, арендаторов, субарендаторов, и так далее. Все эти заинтересованные лица играют различные роли, выполняют различные обязанности, и по-разному делают свое дело. Каждое решение, принятое любым из этих заинтересованных лиц, оказывает влияние на уровни выбросов зданием на протяжении всей его жизни. Однако, стимулы и возможности для координации между заинтересованными лицами ограничены, и необходимо большое количество времени и ресурсов для координации между ними (*UNEP SBCI, 2009*).

## Финансовые препятствия, связанные с восприятием

Третья группа препятствий связана с восприятием финансовых барьеров, связанных с отсутствием стимулов для инвестиций в меры и технологии энергосбережения. *UNEP & CEU (2007)* выдвигают на первый план следующие аспекты:

1. **Восприятие таких инвестиций, как дорогостоящих и рискованных.** Более того, отсутствует информация о более доступных энергосберегающих мерах и технологиях. Это является следствием ложного восприятия, что эффективность использования энергии дорогостояща, потому что требуются дополнительные современные технологии. На самом деле, существуют дешевые, и даже не требующие никаких дополнительных затрат решения, которые доказали, что они в равной мере являются эффективными, а может быть даже и более эффективными, чем дорогостоящие технологии, как это показано в следующих двух главах.
2. **Противоречивые экономические интересы заинтересованных лиц.** Это относится к ситуации, когда у сторон, которые платят за использование энергии, нет возможности принимать решения относительно конкретных энергосберегающих мер и технологий. Например, в Америке, 90% покупателей новых домов получают кухонные плиты и посудомоечные машины вместе с домом (Исследовательский центр глобального изменения климата, 2009). Строители, однако, могут не устанавливать более энергосберегающие устройства, вследствие неуверенности в согласии покупателей домов с более высокой продажной ценой недвижимости вследствие высокой цены энергосберегающих приборов.

Кроме того, владельцы зданий и арендаторы жилья не всегда рационально подходят к инвестициям в энергоэффективные меры и технологии. Они могут использовать подход на основе окупаемости инвестиций при расчете периода окупаемости, не учитывая возможность повышения стоимости энергии на основе ископаемого топлива. Они могут с готовностью рисковать во избежание потерь, чем принимать решения на основе долгосрочной прибыли. Как следствие, решения зачастую принимаются на основе бизнеса в обычном понимании, и люди неохотно вкладывают деньги в эффективные меры и технологии в связи с ограниченным количеством времени и/или ресурсов.

## Стремление стимулировать потребительский интерес и эффект восстановления

В развивающихся странах, и особенно в экономиках переходного периода, возросшие доходы и доходы от прироста капитала повысили потребительский интерес. Стремление к сохранению ресурсов зачастую рассматривается как практика бедных, а расточительное отношения к ресурсам воспринимается как признак успешности. Такое восприятие в значительной степени препятствует принятию практик, обеспечивающих сокращение выбросов ПГ в строительной отрасли.

Инвестиции в энергосберегающие технологии и практики не всегда гарантируют снижение уровня потребления энергии в реальности, приводя к меньшему количеству выбросов ПГ зданиями. Одной из причин этому является эффект восстановления в результате поведения пользователей. Это относится к явлению большего использования энергосберегающих технологий, оборудования и приборов, что, в таком случае, делает их более экономически эффективными и доступными. Это, в свою очередь, стимулирует пользователей/жителей к тому, чтобы покупать больше приборов, и большее пользоваться ими до уровня, который сводит к нулю расчётную экономию энергии и потенциальные сокращения выбросов. Некоторые исследования показывают, что в Америке от 10 % до 40 % роста эффективности водонагревателей могут быть сведены к нулю за счет увеличения использования водонагревателей (*Pew Research Center on Global Climate Change, 2009*).

## **Двигаясь вперед**

Содержание следующих глав посвящено рассмотрению препятствий первой группы, с учетом второй, третьей и четвертой групп. Такой подход создает основу понимания, как следует реализовывать потенциал сокращения выбросов парниковых газов в строительной отрасли развивающихся стран.

## 3. Определение и типологии смягчения последствий изменения климата

---

### 3.1 Определение смягчения последствий изменения климата в строительной отрасли

#### Технологии и практики смягчения последствий изменения климата

Общепризнано, что энергия на основе ископаемого топлива, потребляемая строительной отраслью (эксплуатация и строительство новых зданий) является главным источником выбросов ПГ. Четвертый оценочный доклад МГЭИК дает следующее определение источников выбросов ПГ в связи со зданиями: отопление и охлаждение помещений, нагревание воды, искусственное освещение и использование приборов. (Левайн и др. (Levine et al., 2007)). В отчете также представлены три следующие категории мер по сокращению выбросов ПГ зданиями:

1. Сокращение энергетических затрат на строительство и эксплуатацию зданий
2. Перехода на низко-углеродное топливо, включая увеличение использования возобновляемых источников энергии
3. Контроль над выбросами неуглеродных ПГ (Левайн и др. (Levine et al., 2007)).

В дополнение к вышеупомянутым мерам по смягчению последствий изменения климата в строительной отрасли возможно:

1. Секвестрировать углерод либо статически, с помощью улавливающих углерод строительных материалов, либо непрерывно, путем высаживания растительности на зданиях и стройплощадках
2. Способствовать улучшению устойчивого поведения пользователей зданий и обширного сообщества.

В этом широком контексте, смягчение последствий изменения климата строительной отраслью может быть определено как распространение и реализация стратегий проектирования, технологий и практик, которые:

1. Сокращают спрос на энергию и ее потребление, связанное со зданиями, включая проектирование, строительство, передачу в эксплуатацию, эксплуатацию, ремонт и конец жизненного цикла
2. Переход на низко- или неуглеродное топливо
3. Максимально повышают возможности секвестрирования углерода зданиями
4. Способствуют изменению поведения в сторону сбалансированного образа жизни.

#### Систематический подход

Стратегии проектирования, технологии и практики являются техническими средствами. Использование технических средств, включая практики, профессиональные и научно-технические

знания является программным обеспечением. Возможность реализации и распространения новых технологий, включая разработку дополнительных политик и укрепление потенциала по обучению рабочей силы, является организационным обеспечением. Чтобы добиться эффекта в крупномасштабном сокращении выбросов ПГ, все техническое, программное и организационное обеспечение должно быть оформлено в виде структурной системы технологий по смягчению последствий изменения климата, начиная с наиболее легких и выполнимых до более сложных.

Систематическая интеграция технического, программного и организационного обеспечения образует основу для воспитания осознанного подхода к устойчивому образу жизни и поведению пользователей зданий посредством образовательных программ, общественных информационных кампаний, и так далее. Такой систематический подход обеспечит строительной отрасли больше возможностей в реализации потенциала по смягчению последствий изменения климата и улучшению условий жизни и работы жильцов и пользователей зданий, особенно в развивающихся странах.

### **Определение типологий по смягчению последствий изменения климата**

Использование вышеупомянутого систематического подхода и целей, позволяет четко определить типологии по смягчению последствий изменения климата в строительной отрасли. Это особенно полезно для развивающихся стран, где может быть осуществлена Оценка технологических потребностей (TNA) с целью определения наиболее эффективных типологий по смягчению последствий изменения климата с точки зрения их уместности в социально-экономическом, ситуационном и временном плане.

Эта структура состоит из следующих восьми широких типов стратегий по смягчению последствий изменения климата:

1. Пассивный солнечный дизайн
2. Продвинутый вариант пассивного солнечного дизайна
3. Технологии, улучшающие эффективность пассивного солнечного дизайна
4. Активный дизайн
5. Низкоуглеродная и углеродная секвестрация
6. Локальное генерирование возобновляемой энергии
7. Мониторинг и обратная связь с пользователями
8. Выход за рамки отдельных зданий.

Технологии и практики по смягчению последствий изменения климата этих восьми типов, в зависимости от их конкретной природы, могут быть реализованы в недавно построенных зданиях и при переоснащении существующих зданий.

Отмечается, что типология пассивного солнечного дизайна применима к недавно построенным зданиям, и должна рассматриваться на ранней стадии проектирования. Стратегии проектирования включают основные принципы обеспечения температурного комфорта в зданиях наряду с другими практиками по обеспечению надлежащей окружающей среды для использования зданий энергосберегающим способом. Они не требуют работы какого-либо механического оборудования и, таким образом, являются самыми доступными и, обычно, не требующими дополнительных затрат. Поэтому, стратегии пассивного солнечного дизайна по смягчению последствий изменения климата должна рассматриваться в качестве обязательного условия для всех строящихся зданий. Стратегия

пассивного солнечного дизайна по смягчению последствий изменения климата будет описана более подробно в Разделе 3.2, а технологии и практики других типов стратегий по смягчению последствий изменения климата будут рассмотрены в Главе 4.

Таблица 3.1.1 представляет обзор технологий и практик каждого из типов стратегий по смягчению последствий изменения климата.

**Таблица 3.1.1: Типологии технологий и практик по смягчению последствий изменения климата**

№	Типологии смягчения	Технологии и практики
Необходимое условие	<b>Пассивный солнечный дизайн</b>	Выбор места строительства
		Дизайн, учитывающий движение солнца
		Дизайн, учитывающий направление ветра
		Использование теплоемких материалов
1	<b>Продвинутый пассивный солнечный дизайн</b>	Реконструкция и инновационное использование традиционных строительных материалов и методов
		Пассивный дизайн и технологии строительства дома
2	<b>Технологии, усиливающие эффективность пассивного солнечного дизайна</b>	Процесс жизненного цикла и интегрированного дизайна
		Термоизоляция оболочки здания
		Высокоэффективные фасадные системы здания
		Технологии усиления дневного света
3	<b>Активный дизайн</b>	Высокоэффективные системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
		Эффективные системы освещения
		Технологии водосбережения
4	<b>Низкоуглеродная и углеродная секвестрация</b>	Строительные материалы и продукты с углеродной и низкоуглеродной секвестрацией
		Экологизация и интегрированные системы озеленения зданий

5	Локальное генерирование возобновляемой энергии	Солнечные технологии
		Строительство интегрированных ветряных турбин
6	Мониторинг и обратная связь с пользователями	Управление энергопотреблением и повышение эффективности
		Катализаторы изменения поведения
7	Выход за рамки отдельных зданий	Общественные энергетические службы
		Дизайн и практики устойчивого сообщества.

### 3.2 Пассивный солнечный дизайн – обязательное условие вновь строящихся зданий

Пассивный солнечный дизайн включает стратегии дизайна, которые позволяют зданиям реагировать на биоклиматические и географические условия стройплощадки и ее ближайшей окружающей среды. Задача состоит в сокращении энергопотребления для целей отопления, искусственного освещения и других аспектов экологической эффективности здания. Стратегии пассивного солнечного дизайна зачастую ассоциируются с невысокими, имеющими малую плотность застройками. Однако, многие из этих стратегий также применимы и к высотной и высокоплотной застроенной окружающей среде. Стратегии пассивного солнечного дизайна включают:

- 1. Выбор стройплощадки:** с целью улучшить комфорт и обеспечить здоровый образ жизни для жителей, не нанося ущерба существующим экосистемам и биоразнообразию. Участки, которые необходимо избегать при застройке территории, включают зеленые зоны; участки с богатым биоразнообразием; и участки, подверженные наводнениям, оползням, и прочим стихийным бедствиям. Жилые здания также не следует строить в районах старых месторождений, и участков с постоянным загрязнением воздуха и радоном, что опасно для здоровья жителей.

**Рисунок 3.2.1: Ненадлежащим образом выбранный участок для застройки территории угрожает биоразнообразию, что зачастую происходит в горных, лесных и прибрежных зонах.**



- 2. Дизайн, учитывающий местные специфические условия застраиваемого участка:** минимизация ненужных изменений на участке. Примером является выравнивание участка для облегчения процесса строительства посредством слоевой выемки с закладкой, что требует затрат энергии на транспортировку земли на участок и с участка. Кроме того, подобные действия могут также нарушить естественную гидрологию и отрицательно сказаться на биоразнообразии участка и его окрестностей.

**Рисунок 3.2.2: Дизайн, учитывающий холмистость ландшафта.**



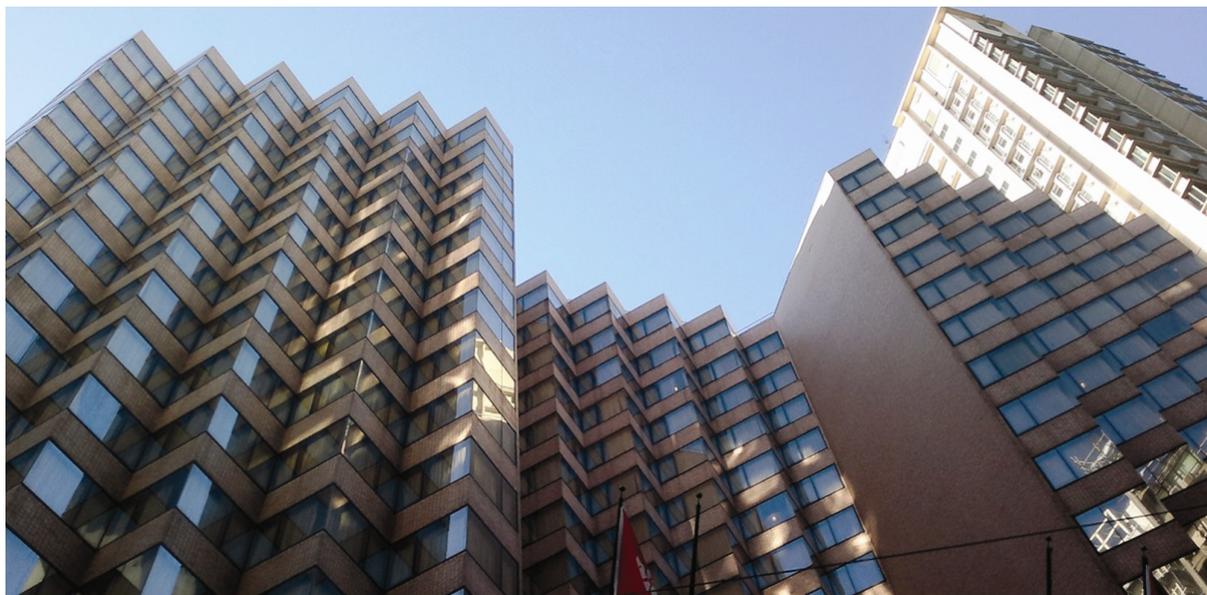
- 3. Дизайн, учитывающий движение солнца:** путем ориентирования зданий таким образом, чтобы они не выходили фасадом на восток, или особенно запад и горячее послеобеденное солнце не проникало через оболочку здания. У зданий в северном полушарии проемы/окна должны выходить на юг, чтобы солнце лучше прогревало. Аналогично, у зданий в южном полушарии проемы/окна должны выходить на север.

**Рисунок 3.2.3: Плотно застроенные жилые кварталы в тропиках – окна не выходят на запад**



Самозатенение посредством компоновки зданий особенно полезно для зданий в жарких и засушливых, или жарких и влажных регионах. Например, внутренние дворы или окна могут быть хорошо затенены от солнца другими высокими стенами/компонентами того же здания с западной стороны.

**Рисунок 3.2.4: Компоновка зданий создает солнцезащитный эффект, т.е. окна затеняются от солнечных лучей слева**



Кроме того, солнцезащитные конструкции могут также иметь соответствующую конфигурацию, ширину, и позиции, чтобы лучше защищать проемы и окна от палящего летнего солнца, и при этом давать возможность зимнему дневному свету проникать глубоко внутрь зданий.

**Рисунок 3.2.5: Применение солнцезащитных конструкций позволяет дневному свету проникать вглубь внутреннего пространства здания.**



Дизайн, учитывающий движение солнца, также позволяет дневному свету максимально проникать в здание для того, чтобы снизить энергопотребление для искусственного освещения. Этого можно добиться посредством различных стратегий в дизайне, таких как застеклённые крыши, соответствующие окна и внутренние дворы. Их детальный дизайн, однако, должен учитывать потенциальный приток тепла внутрь здания, особенно в летние месяцы и в жарких климатических зонах.

**Рисунок 3.2.6: Пример дизайна для проникновения дневного света вглубь здания**



- 4. Дизайн, учитывающий направление ветра:** проектирование конструкций и проемов, улавливающих характерно направленный летний бриз и направляющих его внутрь здания для улучшения естественной вентиляции, и блокирующих характерно направленный холодный зимний ветер, чтобы он не проникал внутрь здания.

**Рисунок 3.2.7: Дизайн, направленный на улучшение естественной вентиляции в тропиках**



Во многих случаях есть возможности для того, чтобы сочетать естественную вентиляцию и проникновение дневного света во внутреннее пространство здания. Пассивный дизайн предназначен для оптимизации этих возможностей.

**Рисунок 3.2.8: Сочетание естественной вентиляции с доступом дневного света для дома во Вьетнаме**



- 5. Использование теплоемких материалов:** которые поглощают и сохраняют тепло и прохладу, что позволяет предотвратить большие колебания температуры внутри здания с изменениями температуры на улице, которые могут быть значительными, либо резко меняться в короткий промежуток времени. Каменная или кирпичная кладка, изделия из камня и бетона имеют хорошую теплоаккумулирующую способность. Их применение в пассивном солнечном дизайне включает стратегии дизайна, позволяющие использовать теплоемкие материалы (а) которые будут аккумулировать тепло солнечного света в течение дня зимой для обогрева здания ночью, и (b), которые будут аккумулировать прохладу летних ночей для охлаждения здания в течение дня.

**Рисунок 3.2.9: Дизайн с использованием тепломехких материалов в умеренном климате Северной Америки**



### **3.3 Семь типов стратегий для смягчения последствий изменения климата**

#### **1. Продвинутый пассивный солнечный дизайн**

Стратегию продвинутого пассивного солнечного дизайна можно рассматривать как шаг вне предпосылки пассивного солнечного дизайна, как описано в Разделе 3.2. Эта типология включает пассивный дизайн зданий и технологии, использующие принципы обычного пассивного солнечного дизайна в качестве отправной точки, комбинируя их с воздухонепроницаемой, хорошо изолированной оболочкой здания и технологиями утилизации отходящего тепла для того, чтобы получить здания с очень низкими энергетическими требованиями.

Кроме того, в этой типологии используются потенциалы традиционных строительных материалов и дизайна, при этом учитываются возможности реконструкции и инновационного использования традиционных строительных материалов и методов. Благодаря определенному уровню положительного восприятия в отношении этих практик со стороны местных жителей и доступности недорогих (или даже бесплатных) местных материалов, эти материалы и методы широко и с готовностью применяются во многих сельских районах и в наименее развитых странах. Такие практики и материалы также с большим успехом могут передаваться по принципу юг-юг.

## **2. Технологии, усиливающие эффективность пассивного солнечного дизайна**

Стратегии этой группы усиливают характеристики пассивного солнечного дизайна. Они включают технологии и технические характеристики, которые требуют очень незначительных затрат энергии (или вообще не требуют энергии), и, в то же время, значительно улучшают эксплуатационные параметры стратегий пассивного солнечного дизайна. Эти технологии и технические характеристики включают: жизненный цикл и интегрированное проектирование; различные термоизоляционные продукты для оболочки зданий; высокоэффективные фасадные системы (например, теплоизоляционные комбинированные плиты, двойное/тройное остекление, и т.д.); и технологии с использованием дневного света (например, световые полки, окна в крыше и световоды). Особенности этих технологий:

1. На стадии проектирования и строительства зданий они требуют дополнительных, но выполнимых усилий
2. После установки, они не требуют больших (и практически, никаких) дополнительных усилий по их эксплуатации и поддержке (например, продукты пенопластовой изоляции, холодные краски, решение самоочищающегося фасада, и т.д.)
3. У них короткий или разумный период окупаемости инвестиций, за исключением элитных фасадных систем (например, двухслойная фасадная система, действующая система тройного остекления, фотохроника застекление, и электризуемое застекление).

Эти технологии и технические характеристики можно часто увидеть в недавно построенных зданиях. Также популярна термоизоляция фасадов, что делается в ходе реконструкции существующих зданий. Это особенно характерно для стран с умеренным климатом, и используется для улучшения теплотехнических характеристик зданий в холодные сезоны.

Жизненный цикл и интегрированное конструирование также находятся на первом плане в этой группе стратегий как прогрессивные практики с тем, чтобы мультидисциплинарные команды дизайнеров учитывали все аспекты проектирования зданий, включая аспекты жизненного цикла, на ранней стадии конструирования зданий и осмыслений их дизайна. Все это служит основой для строительства высокоэффективных зданий затратоэффективным способом. Кроме того, возможность на всех этапах разработки дизайна воспользоваться технологиями компьютерного моделирования позволяет прогнозировать характеристики экологической эффективности зданий, например, дневное освещение, действие солнечного света и естественную вентиляцию. Таким образом, технологии компьютерного моделирования могут помочь облегчить интегрированный процесс проектирования, например, при принятии решений по высоко энергосберегающим зданиям.

## **3. Активный дизайн**

Типология активного дизайна включает технологии, оборудование и приборы, которые являются высоко энергосберегающими с точки зрения предоставления таких же качественных характеристик

выполнения строительных работ и услуг, что и их аналоги. Сфокусированные технологии (*focused technologies*) включают эффективные системы освещения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC), а также водосберегающие технологии. Водосберегающие технологии оказывают косвенное, но, тем не менее, большое воздействие на изменение климата вследствие большого количества энергии, необходимой для очистки и распределения питьевой воды для ее использования в зданиях. По этим причинам водосберегающие технологии включены в разряд технологий по смягчению последствий изменения климата.

Применение технологий в типологии активного дизайна, в целом, требует дополнительных финансовых ресурсов, которые необходимо инвестировать, надлежащим образом использовать и поддерживать. Многие из этих технологий также требуют высококвалифицированных профессионалов и специалистов для проектирования, установки и эксплуатации систем. Хотя рассмотренные технологии являются лучшими, из используемых на стадии проектирования зданий для обеспечения оптимального энергосбережения, большинство из них может использоваться при модернизации существующих зданий.

#### **4. Низкоуглеродная и углеродная секвестрация**

В то время как вышеупомянутые три группы стратегий сосредоточены на обеспечении энергоэффективности зданий, низкоуглеродная и углеродная секвестрация позволяет снизить выделение углерода в процессе строительства и эксплуатации зданий и даже компенсировать часть выбросов углекислого газа. Это достигается посредством:

1. Использования низкоуглеродных строительных материалов, главным критериями при этом являются их наличие в данной местности, возможность повторного использования, и содержание переработанных материалов
2. Использование материалов, улавливающих углерод, таких как бамбук и лесоматериалы из быстро воспроизводимых пород деревьев. Эти материалы обеспечивают зданиям определенную способность сохранять углерод благодаря большому проценту углерода, усвоенному на стадии произрастания деревьев
3. Использование интегрированных системы озеленения зданий, например, зеленые крыши, сады на крышах, сады на балконах, зеленые террасы, и зеленые стены. Эти интегрированные системы озеленения позволяют зданиям поглощать углерод, очищая атмосферный воздух, снижая эффект городских «тепловых островов», и обеспечивая приятные для глаз жильцов природные виды.

Эти материалы и технологии часто используются на стадии проектирования и выбора материалов для новых зданий. Низкоуглеродные и поглощающие углерод строительные материалы могут также использоваться во время реконструкции существующих зданий. Использование низкоуглеродных и поглощающих углерод строительных материалов обычно не влекут дополнительных затрат или обслуживания. Однако, включение интегрированных систем озеленения требует постоянных инвестиций и обслуживания.

#### **5. Локальное генерирование возобновляемой энергии**

Эта типология смягчения последствий изменения климата предполагает, что здания имеют возможность получать энергию из возобновляемых источников для локального потребления и для передачи его в сеть электроснабжения. Генерируемая на месте возобновляемая энергия также способствует и вносит свой вклад в усилия по переходу на использование энергии из возобновляемых

источников. Для смягчения последствий изменения климата предлагаемые технологии предлагают использование солнечных технологий и строительство интегрированных ветряных турбин.

Хотя многие солнечные технологии (например, нагревание воды с использованием солнечной энергии, интегрированные фотогальванические системы, системы «солнечного дома», и солнечные станции зарядки электромобилей) являются доказанными технологиями, и даже широко используются во многих странах, строительство интегрированных ветряных турбин все еще находится в стадии проникновения на рынок. Хотя использование технологий на основе возобновляемой энергии лучше всего осуществлять на новых зданиях, поскольку работа системы оптимально регулируется с самого начала, солнечные водонагреватели, системы «солнечного дома», и солнечные станции зарядки электромобилей могут быть реализованы как в новых, так и в уже существующих зданиях. Локальное производство возобновляемой энергии, в принципе, является дорогостоящей альтернативой смягчения последствий изменения климата, и зачастую осуществляется в развивающихся странах с привлечением международной поддержки и/или государственных субсидий.

## **6. Контроль и обратная связь с жильцами и пользователями зданий**

Эта типология смягчения последствий изменения климата включает технологии и практики, которые проверяют, контролируют и администрируют вопросы эффективности энергопотребления на стадиях ввода зданий в эксплуатацию. Практики и технологии включают проверку эффективности энергопотребления на стадиях ввода здания в эксплуатацию, создания систем регулирования потребления энергии и их работы на основе заключенных договоров. Цели состоят в том, чтобы оценить, поддержать и улучшить запланированную производительность энергетических систем, и обеспечить положительное их восприятие пользователями.

Технологии, действующие как катализаторы изменения поведения (такие как энергосберегающие устройства, домашние локальные сети и оплаченные измерительные приборы), играют важную роль в этой типологии смягчения последствий изменения климата. Это связано с тем, что положительное восприятие жильцами устойчивого образа жизни и менее расточительного пользования электричеством являются ключевыми решениями в смягчении последствий изменения климата. Изложенные технологии включают обеспечение пользователям публичного доступа к данным о потреблении энергии в здании, с тем чтобы они видели преимущества энергосбережения.

Большинство технологий и практик этого типа стратегий по смягчению последствий изменения климата также применимы и к существующим зданиям, за исключением возможности проверки эффективности работы энергосистем при вводе зданий в эксплуатацию (что также применимо к новым зданиям). Затратные последствия этой типологии по смягчению последствий изменения климата для владельцев зданий/застройщиков могут включать как отсутствие дополнительных финансовых требований при создании простых энергетических систем, так и создание сложных дорогостоящих энергетических систем, обслуживающих отдельные здания или группу зданий. Необходимо упомянуть положительный вклад *энергетического контрактинга* как инструмента повышения энергоэффективности, который действует как механизм зеленого финансирования жилого фонда существующих зданий для замены старых и неэффективных механических систем на энергосберегающие. Эта практика также позволяет решать вопросы с финансированием крупномасштабной реализации технологий по возобновляемым источникам энергии в развивающихся и наименее развитых странах, что обычно является затруднительным.

## 7. Выход за рамки отдельных зданий

Все большее признание получает тот факт, что задача по смягчению последствий изменения климата может эффективно решаться на уровне сообществ, что, в свою очередь, способствует реализации стратегий по сокращению выбросов ПГ на уровне отдельных зданий. Данная стратегия по смягчению последствий изменения климата предназначена для работы с большим количеством людей, и включает:

1. Устойчивые модели и практики развития сообщества, включающие планирование, проектирование, строительство, управление и инициирование социально-экономического диалога внутри сообществ – все это направлено на цели устойчивого развития
2. Энергетические услуги, предоставляемые на уровне сообществ, обычно включающие централизованные теплоцентрали/системы охлаждения и производство возобновляемой энергии (например, комбинированные теплоэнергетические установки).

Обе эти группы технологий и практик могут реализовываться как в уже существующих, так и новых сообществах. Отмечается, что методы планирования и проектирования объектов для устойчивых сообществ также применимы к усовершенствованию физического состояния объектов в рамках существующих сообществ. Организация общественных служб по предоставлению энергетических услуг может быть капиталоемкой, в то время как модели и практики развития самого сообщества могут осуществляться с большей гибкостью с точки зрения финансовых потребностей. Например, модель сообщества с низкими доходами требует небольшие начальные инвестиции (обычно от неправительственных организаций или правительственных поддержек), но производит устойчивую долгосрочную социально-экономическую выгоду для сообщества (например, посредством создания зеленых рабочих мест). В этой модели часть финансовой прибыли используется для улучшения физической искусственной среды для сообщества.



## 4. Технологии и практики по смягчению последствий изменения климата в строительной отрасли

---

### 4.1 Инновационное использование традиционных строительных материалов и дизайна

#### Технология

Использование традиционных строительных материалов и дизайна зачастую сталкивается с трудностью, грозящей их исчезновению в силу осуществляемой модернизации или инновации с тем, чтобы обеспечить соответствие современным стандартам строительства и условиям жизни. Движение по созданию зеленых зданий дало толчок возрождению использования традиционных строительных материалов и дизайна благодаря использованию местно доступных ресурсов, которые соответствуют местным условиям и обеспечивают эффективность затрат.

Многочисленные традиционные строительные материалы стали использоваться с применением инновационных технологий и при их переработке и применении. Все это способствовало тому, что традиционные строительные материалы получили преимущество, поскольку они более экономичны в финансовом отношении, дружелюбны по отношению к окружающей среде и их применение технически обосновано. Следующие примеры дают представление о практиках и технологиях, способствующих смягчению последствий изменения климата.

**Строительные материалы на основе использования глинозема.** Во многих неурбанизированных регионах Индии, Восточной Африки и Южной Америки глинозем является богатым ресурсом, который обычно используется в качестве строительного материала. Со временем современные технологии внесли свой вклад в использование строительных материалов из земли для улучшения их свойств. Например, материалы на основе земли перерабатываются в прессованные глинобитные блоки, изготовленные из полусухой смеси глины и песка, произведенные с использованием гидравлических машин. Отмечается, что эти блоки, выдерживают весовую нагрузку, равную двум третьим того, что выдерживает каменная кладка из бетонных блоков (Мехта и др. (*Mehta et al.*, 2004)). Еще одним усовершенствованием является смешивание глинозема с небольшим количеством цемента во время производственного процесса для изготовления стабилизированных прессованных глинобитных блоков. Эти блоки обладают лучшей прочностью на сжатие и водонепроницаемостью, что позволяет делать стены более тонкими и высокими. Стабилизированные прессованные глинобитные блоки, к тому же, требуют в 3-5 раз меньше энергии при их производстве по сравнению с обычными обожжёнными кирпичами (Институт земли в Ауравилле (*Auroville*), 2009).

Стабилизированный землебитный фундамент является еще одним примером инновационного применения строительных материалов из глинозема. Почва, которая выкапывается под фундамент, просеивается и смешивается с цементом и песком превращаясь в строительный материал для строительства фундамента. Отмечается, что на стабилизированном глинобитном фундаменте строятся здания до четырех этажей в высоту (Институт земли в Ауравилле, 2009).

#### Рисунок 4.1.1: Строящийся стабилизированный глинобитный фундамент в Индии



(Источник: Институт Земли в Аурвилле)

**Традиционные китайские методы ориентации зданий при строительстве и организации внутреннего пространства** были основаны на вере в улучшение здоровья пользователей и их благосостояния путем учета особенностей природных материалов и пространственных координат, например, размещение и ориентация окон, дверных проемов, проходов, интерьера и экстерьера согласно определенным принципам для использования положительного влияния «воздуха и энергетического потока» в помещении. Такие меры, предположительно, положительно влияют на здоровье (ум и тело) пользователей. Такие верования обычно критиковались, как не имеющие научного доказательства. Однако, последнее исследование показывает, что многие из принципов в этих традиционных методах ориентации и организации внутреннего пространства здания соответствуют определенным принципам экологичного здания (Жонг и др. (*Zhong et al.*, 2007)). Кроме того, современные интерпретации определенных традиционных методов показывают, что они соответствуют принципам экологичного дизайна зданий. Некоторые примеры рассматриваются в следующем разделе – Основные эксплуатационные характеристики.

**Традиционные стратегии проектирования зданий в Средиземноморье** демонстрируют, что использование местной житейской мудрости при строительстве зданий основано на местных климатических условиях. Традиционные здания в средиземноморье обычно ориентированы на юг осью восток-запад с учетом движения солнца и летних бризов. Внутренний двор и солнечная терраса (внутреннее пространство, примыкающее к внутреннему двору), выступают в качестве регулятора климата для всего здания и, практически всегда присутствуют в традиционной средиземноморской архитектуре. Некоторые функции для создания микроклимата во внутреннем дворе, например, обеспечения тени и адиабатического охлаждения в летнее время, а также пропуска солнечного света зимой посредством высаживания лиственной растительности, выполняет внешняя стена, элементы гидрографии, и т.д.

У традиционных средиземноморских зданий массивные стены, которые построены из камня и высушенного на солнце глинобитного кирпича с использованием грязи для штукатурки (*mud plaster*). Эти материалы позволяют массивной стене сглаживать значительные колебания суточных температур летом, и выделять поглощенное днем тепло для обогрева внутреннего помещения зимними ночами. Стены также выбелены в белый цвет (что еще можно видеть на зданиях греческих островов), чтобы отражать жгучие солнечные лучи засушливого климата. Маленькие окна специально расположены высоко на стенах для обеспечения перекрестной вентиляции в течение лета, и закрыты небольшим плотным кустарником (действующим в качестве теплоизоляции) зимой.

Глубоко утопленные в стенах окна с нависающими элементами, типа балконов, защищают от палящего солнца Лапитис (*Lapithis*, 2004).

**Водоохлаждающая оболочка**, работает по принципу испарительного охлаждения, в процессе которого температура воздуха падает, когда расширяющийся объем воздуха, поднимает воду путем преобразования ее из жидкого в парообразное состояние. Этот принцип применяется посредством подачи воды в виде пленки по поверхности оболочки здания, особенно крыши, для понижения ее температуры ниже температуры атмосферного воздуха. Поверхность крыши в этом случае служит поверхностью, с которой тепло поступившее изнутри здания выделяется в атмосферу. Этот процесс охлаждает воздух, не увеличивая влажность в помещении и, таким образом, улучшая температурный комфорт в помещении.

Инновационность этого принципа заключается а установке водораспылителей на крышах, или устройстве на них систем водоемов. Система водоемов на крышах включает обеспечение отражательной теплоизоляции. В жаркие летние дни отражательная теплоизоляция накрывает весь водоем и защищает его от аккумуляирования солнечного тепла. Масса воды поглощает высокую температуру, поступающую снизу от здания через крышу, в результате, охлаждает его. Летними ночами изоляция снимается, и тепло, аккумуляированное массой воды, выделяется в атмосферу посредством испарения, конвекции и излучения. Зимними днями, изоляция удаляется, с тем чтобы вода и черная поверхность крыши поглощали тепло солнечных лучей и нагревали пространство под крышей. Зимними ночами, изоляция покрывает весь водоем так, что масса воды становится теплоемким телом и нагревает пространство внизу.

**Рисунок 4.1.2: Современное применение системы «водной крыши», обеспечивающей тепловой комфорт и дневной свет в здании**



Еще один вариант водоохлаждающей оболочки можно увидеть в некоторых исторических индийских зданиях, в которых водопроводные трубы вделаны в стены для охлаждения здания. Применение водоохлаждающих стен в Лотус Махалис (Lotus Mahalis) является таким примером. Когда окружающая температура повышается, вода в резервуаре циркулирует в пустом пространстве стен, охлаждая здание (*Panasia Engineers Pte. Ltd.*, 2010).

**Анемометрические вышки:** также известные как улавливатели ветра, работают по принципу испарительного охлаждения в здании для подачи прохладного воздуха с целью проветривания внутренних помещений. Анемометрические вышки традиционно используются на Ближнем Востоке, где дневная температура воздуха высокая, а влажность низкая. Типичная анемометрическая вышка включает отверстие для впуска воздуха, выходящее на сторону преобладающего направления ветров, с тем чтобы засасывать ветер в вертикальную шахту. Сзади и ниже вентиляционного отверстия помещен глиняный сосуд с водой, которая поднимается, преобразуясь в пар сухим воздухом. Во время этого испарительного процесса, воздух становится более прохладным и опускается. Это способствует движению воздуха вниз, создавая поток прохладного воздуха, который движется внутрь здания. После целого дня поглощения тепла, к вечеру анемометрическая вышка согревается. Поэтому, происходит обратное движение потока воздуха в течение ночи, когда более прохладный атмосферный воздух помещения приходит в соприкосновение с основанием теплой шахты, нагревается и поднимается вверх. Такое движение воздуха, обеспечивая вентиляцию внутреннего пространства, охлаждает поверхность башни подготавливает ее к следующему дню работы. Усовершенствование применения традиционных анемометрических вышек включает изменение дизайна, делая вентиляционное отверстие подвижным с тем, чтобы оно могло автоматически отслеживать направление ветра для более постоянного улавливания прохладного воздуха и подачи его в помещение(я), а использование механических распылителей воды до туманообразного состояния вместо глиняных сосудов с водой, способствует сокращению потребностей в техническом обслуживании.

## Основные эксплуатационные характеристики

Поскольку большинство традиционных строительных материалов и технологий характерны для определенных сельских местностей, они могут использоваться для невысоких и низкой плотности построек. Модернизированное и инновационное использование таких материалов и методов проектирования позволяет адаптировать их к современным стандартам строительства, удовлетворяя стремление жильцов к соответствующему образу жизни; такое использование также позволяет преодолевать технические трудности, делая возможным применение таких материалов и методов в больших зданиях, следуя глобальной тенденции к урбанизации. Модернизированное и инновационное использование традиционных строительных материалов и дизайна должно соответствовать более строгим стандартам строительства, особенно требованиям, связанным с безопасностью и экомедициной.

**Глиноземные строительные материалы.** Типы почв в различных местностях имеют разные характеристики, обуславливающие их способности выдерживать различные весовые нагрузки, и требуют различных соотношений при изготовлении смесей с цементом и песком для получения определенных прочностных характеристик. Прежде чем применять их для строительства зданий, крайне важно изучить и проверить характеристики таких материалов для обеспечения техники безопасности в строительстве.

С другой стороны, важным условием при строительстве стабилизированного землелитного фундамента является требование, чтобы ширина фундамента была не меньше его глубины. Это

связано с тем, что земля выдерживает высокие весовые нагрузки, но ее способность противостоять сдвигающей силе слаба. Вес стен здания, особенно колонн, создает направленные нагрузки на фундамент. Эти направленные нагрузки создают сдвигающие нагрузки в основании фундамента. Таким образом, если сечение фундамента в глубину, меньше чем в ширину, это ослабляет его прочность и может привести к тому, что фундамент не выдержит такие сдвигающие нагрузки в отличие от более глубокого фундамента. Способ смягчить последствия таких проблем с нагрузкой заключается в укреплении фундамента вспомогательной рамой, например из металла, древесины или бамбука.

**Традиционные стратегии проектирования зданий в средиземноморье** используют ряд техник пассивного солнечного дизайна и методов, позволяющих обеспечить экологический комфорт пользователям. В традиционном доме на Кипре, например, солнечная терраса и внутренний двор функционируют как регуляторы микроклимата внутри здания (Сергидес (Serghides, 2010)). Солнечная терраса является пространством, примыкающим ко внутреннему двору. Южная сторона террасы открыта для того, чтобы облегчить выполнение повседневной сезонной деятельности внутри и снаружи (например, кулинария, мытье, питание и так далее). Навес над южной частью солнечной террасы сооружен таким образом, чтобы обеспечить доступ дневному свету вглубь здания в течение зимнего периода. Выходящий на юг внутренний двор – это солнечная часть пространства. Как солнечная терраса, так и внутренний двор сделаны из материалов с высокой теплоемкостью, например, вымостка камнем, стены из необожженного кирпича, каменная лестница и бьефы – все это призвано создать более приятный микроклимат вдоль длинного переднего фасада дома. Передняя стена внутреннего двора также действует в качестве буфера на пути холодных ветров. Летом, растительность и приятный ландшафт внутреннего двора обеспечивают тенистый и прохладный микроклимат перед домом. Бьеф и фонтан во внутреннем дворе обеспечивают испарительное охлаждение. Дизайны арок, навесов и проемов в стене, выходящей во внутренний двор, способствуют проникновению в дом бризов. Небольшие проемы на восточной и западной стенах помогают защититься от жаркого летнего солнца. Теплоемкие материалы, используемые во внутреннем дворе и на солнечной террасе, поглощают тепло в течение дня и активно выделяют его назад в атмосферу ночью вследствие больших дневных колебаний температуры в горячем засушливом средиземноморском регионе.

**Традиционные китайские методы строительства и внутренней пространственной ориентации** требуют хорошего понимания логики, лежащей в основе каждого принципа, чтобы максимизировать преимущества экологической эффективности с научной точки зрения. Например, один из традиционных методов предписывает, что в идеале дом должен быть ориентирован передним фасадом к водоему, находящемуся к югу от дома, а задним фасадом – к горным склонам, находящимся на севере. Если этот подход к климатическим условиям положить на карту, то можно видеть, что во многих регионах Китая:

1. Преобладающее направление зимних ветров – с севера. Таким образом, горный склон на севере защищает дом от холодных зимних ветров
2. Вследствие расположения здания страны вдоль северной широты, солнечный свет идет с юга. Таким образом, ориентируя окна переднего фасада на юг, можно добиться того, чтобы зимний солнечный свет, идущий под углом, проникал вглубь интерьера, создавая эффект естественного обогрева и улучшая температурный комфорт пользователей
3. Преобладающее направление летних ветров – с юга. В сочетании с водоемом, ветер создает более комфортный микроклимат, улучшаемый испарительным охлаждением, идущим вдоль переднего фасада вокруг всего дома.

**Рисунок 4.1.3: Традиционная китайская практика ориентации здания**



**Водоохлаждающая оболочка** идеальна для жарких и засушливых регионов, например, в Индии. Однако, она менее эффективна в жарких но влажных регионах в рамках тропического пояса. Причина состоит в том, что высокая влажность воздуха снижает эффект испарения, и в том, что изменение температур атмосферного воздуха между дневным и ночным временем – минимально. Поскольку водоохлаждающая оболочка на поверхности крыши постоянно находится в прямом контакте с водой, для крыши необходима хорошая система, создающая эффект водонепроницаемости. В случае использования системы с водоемом на крыше, важно, чтобы пользователи понимали логику ее работы с тем, чтобы система работала надлежащим образом.

**Анемометрическая вышка** не функциональна в регионах с жарким и влажным климатом, вследствие высокой влажности атмосферного воздуха. Они могут с успехом применяться в регионах с жарким и засушливым климатом, например, на Ближнем Востоке, в странах Африки южнее Сахары, и на северо-западе Индии. Сухой воздух и значительные колебания дневных и ночных температур являются ключевым фактором для функционирования башен ветранемометрических вышек. Анемометрическая вышка требует, чтобы вода в сосуде была всегда чистой, необходимо пополнять объем воды и предотвращать гнездование птиц в башне.

### **Этап реализации и проникновения на рынок**

Использование традиционных строительных материалов и дизайна на стадиях строительства, реконструкции и модернизации изменяется в зависимости от конкретных методов и практик, используемых в данной местности. Некоторые из них успешно используются, в то время как другие находятся под угрозой утери. Поскольку большинство традиционных строительных материалов и дизайнов основаны на том, что доступно в данной местности и подходит для строительства невысоких и низкой плотности застроек, они выходят из употребления под давлением урбанизации, особенно в развивающихся странах. Хотя реконструкция, и модернизация могут дать определённые положительные результаты в их использовании и улучшении их качества и

применения, тем не менее, существуют определенные ограничения. Ниже приведены некоторые наблюдения относительно ситуации с реализацией и проникновением на рынок реновационного и инновационного использования традиционных строительных материалов и дизайнов:

1. Если сельская местность предназначена для городской застройки, чтобы стать небольшим городом (например, с высотой зданий, приблизительно, 3-4 этажа), глинобитные строительные материалы могут с успехом использоваться, если их качество, эффективность и эстетические характеристики приближаются к качеству, эффективности и эстетическим характеристикам объектов из каменной кладки. Более низкая стоимость и доступность местных ресурсов помогают им оставаться конкурентоспособными. Водоохлаждающая оболочка, принципы средиземноморского дизайна, анемометрические вышки и традиционная китайская практика строительства на основе пространственной ориентации и организации интерьера могут оставаться вполне реалистичными.
2. Если определенная местность предназначена для городской застройки среднеэтажными зданиями высокой плотности, использование глинобитных материалов становится затруднительным. Кроме того, такое сырье как почва и растительность могут оказаться ненужными излишествами и исчезнуть в данной местности. Традиционная китайская практика строительства на основе пространственной ориентации и организации интерьера (благодаря ее прикладному компоненту по оформлению интерьеров), остаётся, в значительной степени, незатронутой повышением урбанизации и плотности застроек и все еще применима в таких ситуациях. Аналогично, традиционные средиземноморские принципы дизайна, то есть, более массивные стены (особенно восточные и западные), солнечная терраса и внутренний двор, навес, балкон, и т.д. – также продолжают использоваться и при более высокой плотности застроек в городских условиях.
3. С точки зрения взаимоотношений с другими странами, есть огромный потенциал для передачи технологий по принципу юг-юг, особенно между регионами со схожими климатическими условиями, в плане реновационного и инновационного использования традиционных строительных материалов и дизайна. Это, в значительной степени, является следствием схожести местных материалов, а именно почвы, песка, древесины и бамбука – все это можно найти в большинстве регионов. Существует необходимость в передаче принципов, технических навыков и оборудования.

### **Возможность реализации**

Традиционные строительные материалы и дизайны уже используются на местном уровне во многих регионах мира. Однако, давление урбанизации и стремление жить в современных зданиях, построенных из современных материалов, с красивой окончатальной отделкой и использованием современных технологий привели к постепенному поэтапному вытеснению таких материалов и дизайнов. Инновационное использование таких материалов и дизайна помогают сохранять их в модернизированном варианте, удовлетворять новые потребности и соответствовать новым ожиданиям. В таком контексте, главная проблема при крупномасштабном строительстве состоит в том, чтобы преодолеть отрицательное восприятие в отношении такого инновационного использования традиционных строительных материалов. Например, глинобитные материалы зачастую воспринимаются как строительные материалы для бедных.

**Рисунок 4.1.4: Давление со стороны урбанизации можно наблюдать во многих азиатских странах**



Необходимо укреплять потенциал и проводить информационные кампании для местных архитекторов, инженеров и конструкторов, чтобы улучшить их восприятие этих практик. Для этого полезно организовывать экспериментальные проекты, демонстрирующие качество и эксплуатационные характеристики таких материалов и дизайнов. Такие демонстрационные проекты могут инициироваться местными органами власти, или неправительственными организациями в сотрудничестве с частным сектором при поддержке местных органов власти. Есть информация, подтверждающая, что вторая модель популярна и эффективно работает в Африке, где НПО берут на себя роль связующего звена между государственными органами и местными сообществами. Участие НПО помогает сократить бюрократию и освободить государственные учреждения от ежедневного управления проектами (Мехта и др. (*Mehta et al.*, 2004)). Укрепление потенциала и практические семинары полезны и могут проводиться НПО для повышения профессиональных навыков местной рабочей силы для использования новых методов и инновационного применения традиционных строительных материалов и дизайнов. Работа НПО будет более плодотворной при наличии благоприятной политики правительства.

### **Продвижение социального, экономического и экологического развития**

Инновационное использование традиционных строительных материалов и дизайна пользуется особым спросом в развивающихся странах, особенно в наименее развитых, в силу следующих моментов:

1. Известные и уже состоявшиеся технологии и практики, которые модернизируются для обеспечения улучшенных эксплуатационных характеристик инновационным способом и в соответствии с местными условиями, более широко используются на местном уровне

2. Учитываются соответствующие местные климатические условия, обеспечивающие энергосберегающий эффект при незначительных усилиях
3. Используются доступные и имеющиеся в наличии на местном уровне ресурсы, чтобы сократить необходимость транспортировки материалов на большие расстояния
4. Поддержка местных производителей строительных материалов
5. Определенное решение вопроса с дефицитом строительных материалов для определенных регионов и стран во время строительных бумов
6. Обеспечение рабочих мест для местного населения, имеющего определенные навыки и опыт работы с определенными, или похожими материалами и методами.
7. Низкие затраты, или отсутствие таковых в процессе строительства
8. Получаемые в результате здания являются знакомыми пользователям в социальном и культурном отношении.

### **Финансовые требования**

Соответствующее реновационное и инновационное использование традиционных строительных материалов и дизайна обычно, практически, не требует никаких дополнительных затрат или очень небольших дополнительных финансовых инвестиций, вследствие наличия готовой рабочей силы и доступности ресурсов на местном уровне. Например, прессованные глинобитные блоки или стабилизированные землебитные фундаменты являются основным строительным материалом для возведения дешевых, но хорошего качества зданий в сельской местности Индии и Африки. Анемометрические вышки и водоохлаждающие оболочки требуют вложения дополнительных финансов в процессе строительства и обслуживания. Традиционные китайские методы строительства на основе пространственной ориентации и соответствующего оформления интерьера бесплатны в процессе строительства, поскольку эти методы и практики не требуют дополнительных технологий или особых материалов.

### **Практический пример**

#### ***Передвижной дом, Ауровилл, Индия:***

В Ауровилле реализуется пилотный проект по строительству простого передвижного дома для решения вопроса с дефицитом жилья, при этом отсутствует какой-либо формальный генеральный план городской планировки. Концепция заключается в обеспечении доступного жилья с реновационным и инновационным использованием традиционных строительных материалов за короткое время во временно разрешенном месте. Такой дом может быть демонтирован, транспортирован и воссоздан на постоянном месте расположения с минимальным безотходным использованием материалов, когда будет утвержден генеральный план Ауровилля.

Технически, весь дом является сборным, включая стабилизированные прессованные глинобитные блоки для стен и колонн. Чтобы демонтировать дом с минимальными потерями материала, не использовались цементный раствор или цементобетон. Блоки были разработаны особым образом с тем, чтобы обеспечить их сцепление. Вместо цемента использовались глинобитные растворы, а вместо стали использовались древесные материалы для формирования сейсмостойкой структуры. Простыми методами изготовления конструкций для стен могут овладеть полуквалифицированные рабочие. Строительство дома заняло всего 64 часа прямо на строительной площадке группой из 16 наемных рабочих и 10-15 добровольцев. Дом, площадью 30м<sup>2</sup>, включая солнечные батареи, систему

водоснабжения и всю отделку; работа была осуществлена в 2008 г. и ее стоимость составила всего около US\$5 000 (Институт Земли в Ауровилле, 2010).

**Рисунок 4.1.5: Передвижной дом в Ауровилле, Индия, в стадии строительства (слева) и в законченном виде (справа)**



Источник: Институт Земли в Ауровилле

## 4.2 Дизайн и технологии пассивного дома

### Технология

Повышение уровня информированности по вопросам энергоэффективности и изменения климата привели к новым разработкам в строительной отрасли, включая концепцию пассивного дома, низкоуглеродистых зданий, и даже зданий с нулевыми выбросами. Низкоуглеродистые здания и здания с нулевыми выбросами служат достижению общих целей путем применения всех существующих зеленых методов проектирования, стратегий и технологий. Вследствие такого широкого определения, здание можно рассматривать как здание с низкими или нулевыми выбросами углерода путем использования технологий использования возобновляемых источников энергии в самом здании (см. раздел 4.12 и 4.13), или путем использования внешних источников возобновляемой энергии, например гидро- или ветряных электростанций, и т.д. (Торчеллини (Torcellini, 2006)). С другой стороны, концепция пассивного дома фокусируется на аспекте энергоэффективности здания. Пассивный дом использует обычные пассивные принципы использования солнечной энергии при проектировании зданий в качестве отправной точки и сочетает их с воздухонепроницаемыми и хорошо изолированными фасадами здания, чтобы получить здание с очень низкими энергозатратами. Потребности в отоплении пассивных зданий составляют всего лишь 15кВт.ч/м<sup>2</sup>/год в Германии, по сравнению с 250кВт.ч/м<sup>2</sup>/год, для отопления типичной квартиры. Институт Пассивного дома определяет пассивный дом как «здание, в котором комфортные климат внутри помещения может поддерживаться без активных систем отопления и охлаждения» (Институт Пассивного дома, 2010).

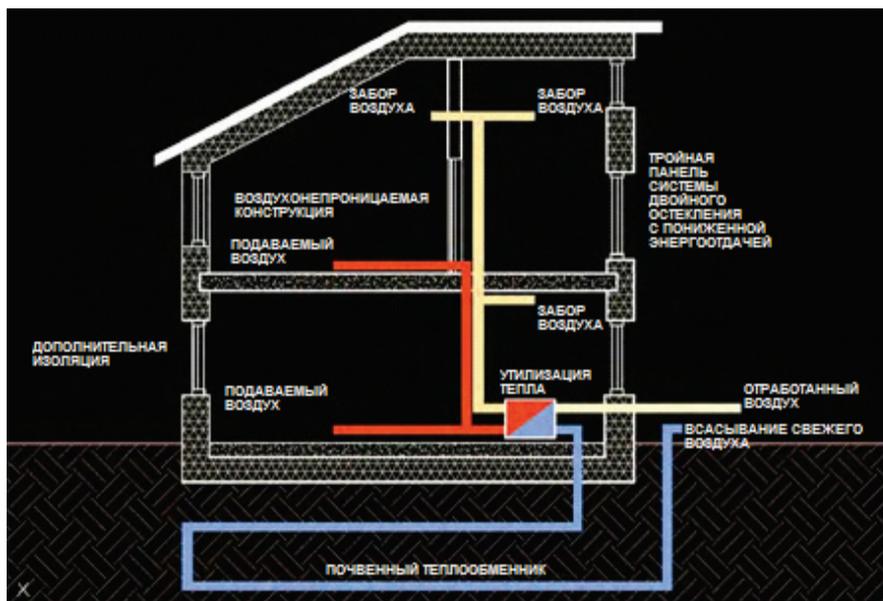
Типичный пассивный дом – это хорошо изолированное и воздухонепроницаемое здание, со строгими стандартами проектирования и строительства. Он обогревается, в первую очередь, пассивным солнечным теплом и другими внутренними источниками тепла и оборудован системой регенерации энергии и вентилятором для постоянного и сбалансированного поступления свежего воздуха.

## Основные эксплуатационные характеристики

В первую очередь, дом пассивного дизайна использует все существующие возможности (например, ландшафт, солнце, ветер, дождь, растительность, и т.д.) и его интерьер организован так, чтобы максимизировать экономию энергии и улучшать качество внутренней среды. Кроме того, дома и технологии пассивного дизайна основаны на следующих принципах:

1. Превосходная изоляция: стандарты изоляции – самые строгие, с тем чтобы ограничить потери тепла за счет проводимости и излучения.
2. Воздухонепроницаемая конструкция: с тем, чтобы усилить, а не ослабить эффективность изоляции, воздухонепроницаемая конструкция необходима для ограничения потерь тепла прямыми потоками воздуха в/из здания.
3. Вентиляция с утилизацией отходящего тепла: при воздухонепроницаемой конструкции не используются окна в привычном понимании слова, поскольку у них большой потенциал тепловых потерь. Свежий воздух для вентиляции, вместо окон, поступает от вентиляторов системы утилизации отходящего тепла, которые передают тепловую энергию отходящего воздуха поступающему свежему воздуху с тем, чтобы довести температуру входящего воздуха близкой к температуре внутри помещения. Для того, чтобы направлять поступающий воздух через воздуховоды, находящиеся под землей, существует еще одна возможность. Постоянная температура почвы, которая часто бывает более теплой зимой и более холодной летом, помогает предварительному нагреванию/охлаждению поступающего воздуха. Этот процесс также известен как подпочвенный теплообмен. Затем, предварительно нагретый/охлажденный воздух подвергается упомянутому процессу утилизации отходящего тепла (Фейст (Feist, 2005)).

**Рисунок 4.2.1: Дополнительная изоляция, воздухонепроницаемая конструкция и вентиляция системы утилизации отходящего тепла**



Дизайн и технологии пассивного дома являются самыми подходящими для условий умеренного климата, таким как Европа и Северная Америка. Хотя концепция пассивного дома была расширена и включила другие климатические регионы, принципы строительства и воздухонепроницаемых

суперизолированных зданий все еще обсуждаются, особенно для более теплых климатических условий. Обсуждаются следующие основные эксплуатационные характеристики в рамках возможного апробированного применения в условиях умеренного климата, т.е. там, где пассивные технологии дизайна дома были первоначально разработаны.

Для достижения поставленных целей, пассивный дом должен, прежде всего, использовать все стратегии дизайна для соблюдения принципов разработки дизайна с учетом особенностей климата. Ключевые принципы включают:

1. Правильная ориентация: учет ландшафта земли, направление движения солнца и преобладающих сезонных ветров.
2. Самозатеняющийся дизайн: если окна или застекленные поверхности выходят на солнечную сторону, они должны быть затенены другими компонентами зданий, такими как расположенные выше балконы, высаженными растениями, выступами крыши, или солнцезащитными козырьками.
3. Компактность: сокращение площади оболочки здания и, таким образом, потери тепла.
4. Пространственная организация: расположение в меньшей мере используемых для постоянного пребывания помещений, например, кладовок и ванной комнаты, на западной стороне здания, с тем чтобы они действовали как дополнительный тепловой буфер; в то время как застекленная поверхность/окно гостиной должно выходить на юг, обеспечивая доступ солнечного света.

В дополнение к вышесказанному, существуют некоторые базовые эксплуатационные характеристики, основных стандартов пассивного дома:

1. Изоляция: помимо обеспечения достаточной изоляции (см. Раздел 4.4) в оболочке здания, важно обращать внимание на то, чтобы предотвращать тепловые мосты в слабо защищенных местах использованием тройной системы застекления для окон, тщательно обрабатывать строительные стыки между плитами перекрытия и стенами, стенами и оконными рамами, самими оконными рамами, соединения стен с потолком, и конструкции крыш.
2. Воздухонепроницаемые конструкции: действующие окна и двери должны быть оснащены воздухонепроницаемыми конструкциями, особенно вдоль стеновых панелей с дверями и окнами. Ориентировочно, утечка воздуха через эти негерметизированные стыки должна быть в 0,6 раза меньше объема дома в час.
3. Меры контроля качества воздуха: при воздухонепроницаемой конструкции здания, качество воздуха в помещении становится чрезвычайно важным для здоровья жителей. Поэтому, меры контроля за качеством воздуха должны предприниматься в течение всех стадий проектирования и строительства. Эти меры включают, но не ограничиваются: выбором строительных материалов и клеящих веществ с низко летучими органическими соединениями, и выполнением надлежащей процедуры продувки, которая подразумевает, что недавно завершенные здания должны быть полностью открыты для непрерывной циркуляции воздуха в течение необходимого периода времени перед заселением.
4. Система вентиляции: утилизация тепла отработанного воздуха путем использования теплообменника класса воздух-воздух для обеспечения рекомендуемого показателя эффективности 80 %. Также важно определить места расположения вентиляционных каналов теплого воздуха в ограждающих конструкциях и воздухопроводов холодного воздуха снаружи (Институт пассивного дома, 2010). При этом, в теплых климатических регионах рекомендуется обратное.

Для обеспечения вышеупомянутых строгих ключевых стандартов, было проведено много научно-исследовательских проектов, что привело к созданию программного обеспечения, называемого Планируемый комплекс работ «Пассивный дом» (*PHPP*). *PHPP* – это программа энергетического моделирования, которая прогнозирует использование энергии в проектируемом здании, с учетом, практически, всех аспектов, связанных с потреблением энергии, включая метеорологические данные для данного участка застройки, ориентирование, тип строительства, используемые материалы, проектирование окон и места их расположения, система вентиляции, устройства и приборы, освещение и другое электрооборудование, используемое в здании. По мере сбора данных по концепции пассивных зданий, ее применение было расширено до других регионов мира, *PHPP* непрерывно модернизируется и усовершенствуется, в том числе, путем проведения имитационных экспериментов для других типов климата во всем мире.

### **Статус реализации и проникновение на рынок**

Главным рынком для пассивных зданий является Европа, где лидируют Германия и Австрия, за которой следует Северная Америка. По оценке на май 2009 г., существует, приблизительно, 19 100 проектов пассивных домов в Европе (Ланг, (*Lang, 2009*)). Ожидается, что проекты пассивных домов будут широко использоваться в строительстве и присутствовать на рынке недвижимости в Европе. Прогнозируется, что к 2015 г. в Европе будет, приблизительно, 260 000 проектов пассивных домов общей площадью около 85,2 млн квадратных метров новых зданий и 6,2 млн квадратных метров переоснащенных зданий (Ланг, (*Lang, 2009*)). Что касается регионов, развивающиеся страны Восточной Европы демонстрирует самые высокие перспективы проникновения на рынок дизайна и технологий пассивного дома благодаря сходству климата и географической близости к другим европейским регионам, где концепция пассивного дома положительно воспринята и уже осуществляется.

Дизайн и технологии пассивного дома не ограничиваются жилыми зданиями. В последние годы, в других типах строительства, например школ и офисов, также применяются дизайн и технологии пассивного дома, которые демонстрируют хорошие результаты эффективного использования энергии.

### **Возможность реализации**

В разных регионах разные: климатические условия, наличие строительных материалов и традиционных практик. Даже в регионах с умеренным климатом могут наблюдаться различные крайние температуры, влажность, геотемпературные возможности, и т.д. Поэтому, хотя принципы пассивного дома и соответствующие технологии могут применяться в различных регионах с умеренным климатом, фактические количественные стандарты и детали строительства могут отличаться. Для отдельной местности полезно провести общий анализ технической осуществимости и изучение практик и стандартов, наиболее пригодных для пассивных домов. Результаты могут использоваться для разработки руководящих принципов и стандартов по проектированию, что послужит в качестве трамплина для крупномасштабного использования.

Хотя принципы и технологии пассивного дома могут использоваться отдельными владельцами зданий и потенциальными их владельцами по принципу «снизу вверх», хорошая институциональная поддержка в виде, например, местных строительных норм и правил, основанных на принципах пассивного дома, и демонстрация поддержки со стороны государственного строительного сектора, могут способствовать лучшему пониманию концепции и ее реализации.

Технологии пассивного дома требуют наличия высококвалифицированного технического персонала для точного применения прогрессивных практик строительства, например, по обеспечению воздухопроницаемости, предотвращения тепловых мостов, и т.д. Поэтому, укрепление потенциала и обучение трудовых ресурсов на местах является ключевым требованием.

Также отмечается, что во многих развивающихся странах отсутствует производственный потенциал для изготовления компонентов и материалов для пассивных домов на местах, например, изоляции тройных оконных рам, и т.д. Импортирование этих компонентов и материалов слишком дорого и увеличивает содержание углерода в изделиях. Поэтому, необходимо укреплять потенциал строительной отрасли и институциональные нормы, направленные на поддержку местного производства компонентов и материалов для пассивного дома, а также совершенствование их производства.

### **Продвижение социального, экономического и экологического развития**

Дизайн и технологии пассивного дома способствуют экологическому развитию, включая энергосбережение на искусственном освещении, отоплении, вентиляции и кондиционировании воздуха. Вследствие оптимизации дизайна для обеспечения дневного освещения и температурного комфорта, дизайн технологии пассивного дома обеспечивают пользователям улучшенный температурный комфорт, более качественную внутреннюю среду, более чистый воздух в помещении и визуальную связь с тем, что происходит снаружи. Эти преимущества приводят к более здоровому и более высокому качеству жизни.

Вследствие того, что дизайн и технологии пассивного дома не используют активные системы и оборудование на основе высоких технологий для обеспечения экологических преимуществ, дизайн и технологии пассивного дома можно также считать одной из энергоэффективных возможностей смягчения последствий изменения климата. Получаемое снижение энергопотребления пассивными зданиями помогает сократить пики максимального потребления электричества и обеспечить его экономию в дальнейшем без дополнительных инвестиций для увеличения мощности местной энергетической инфраструктуры.

Продвижение строительства пассивных домов также способствует модернизации навыков местной рабочей силы, задействованной в строительных работах, и улучшению жизненного уровня местных жителей. Это также повышает перспективы обеспечения рабочих мест, улучшает здоровье сообщества и способствует созданию зеленой экономики.

### **Финансовые требования**

Соблюдение принципов и технологий строительства пассивных домов требует определенных дополнительных инвестиций для обеспечения высокоэффективной изоляционной оболочки, тройного застекления окон, воздухопроницаемых конструкций, вентиляторов для утилизации отходящего тепла, изготовления строительных деталей, и так далее. Однако, по утверждениям, рост инвестиций может быть сбалансирован отсутствием необходимости инвестиционных затрат на создание сложных систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (*HVAC*), а также высоких эксплуатационных расходов на их содержание. Вместо того, чтобы инвестировать в системы *HVAC*, при строительстве пассивных зданий инвестиции идут на улучшение ограждающих конструкций здания, что также улучшает надёжность здания и продолжительность его жизненного цикла. Как показывает опыт, пассивный дом, как полагают, экономически эффективен, когда

“Объединенные капитализированные затраты (строительство, включая дизайн и установленное оборудование, плюс эксплуатационные расходы в течение 30 лет) не превышают таковые для среднего нового дома” (Пассивный Институт Дома, 2010).

## Практический пример

### **Офисное здание в Брагадиру (Brăgădiru), Илфов (Ilfov), Румыния:**

Это проект нового административного здания каменной кладки площадью 2400м<sup>2</sup>. Это первое административное здание в Румынии, в котором применяются технологии пассивного дома. Фасад здания частично изолирован теплоизоляционными бетонными плитами (*ICF*), изготовленными из неопора. *ICF* легко монтируются путем заполнения их бетоном на строительной площадке. Законченные внутренние и наружные стены монолитно отливаются из бетона, обладающего хорошими изолирующими свойствами. Стены затем термоизолируются пенопластом, имеющим плотность 24 кг/м<sup>3</sup> с внешней стороны, и целлюлозным волокном – с внутренней. Пенопласт и целлюлозное волокно также используются для изоляции крыши. Вентиляционная система здания утилизирует отходящее тепло для предварительного нагрева и предварительного охлаждения всасываемого воздуха зимой и летом, соответственно.

Готовое здание обладает низким энергопотреблением. Оно было протестировано Институтом Пассивного дома в Дармштадте путем использования метода верификации *PHPP*. Результат показывает, что годовое энергопотребление на отопление составляет – 15 кВт.ч/м<sup>2</sup> (*Passivhaus Datenbank*, 2010).

### **Готовые здания, построенные по принципам пассивного дома, Китай:**

Понятие, методы и технологии пассивного дома были инновационно применены компанией *Broad Sustainable Building* в виде сборки готовых строительных блоков. Блоки здания изготавливаются из хорошо изолированных компонентов, включая 400 мм изоляции наружной стены, и тройные застекленные окна с внешним затемнением для защиты от солнца.

Так как стены и окна полностью изолированы, температура воздуха в помещении может сохраняться постоянной. Хотя система вентиляции обеспечивает более одного полного цикла воздухообмена в час без смешивания внутреннего воздуха с наружным, использование вторичного тепла помогает поддерживать желательную температуру при минимальной потребности в энергии. В регионе с холодным климатом, энергия, необходимая для отопления таких зданий, может составлять всего лишь 20кВт.ч/м<sup>2</sup>. Поскольку составные части здания заводского изготовления, качество изготовления (особенно воздухонепроницаемых конструкций) легче координировать и контролировать; также как и строительный мусор и другие факторы воздействия на окружающую среду (например, шум и пыль), которые, на стадии строительства, минимизируются. Время сборки на месте может быть значительно сокращено, то есть, четырех-шестиэтажное здание может быть установлено на месте в течение дня. Уже осуществленные блочные здания включают жилые квартиры, офисы, выставочный центр и гостиницу (*Broad Sustainable Building*, 2010).

### 4.3. Жизненный цикл и интегрированный процесс проектирования

#### Технология

Жизненный цикл и интегрированный процесс проектирования, можно понимать, как процесс проектирования здания, в котором его отношения с окружающими обстоятельствами, техническими компонентами и технологиями являются частями целостной системы всего жизненного цикла здания (Ларсон (*Larsson, 2005*)). Эта цель может быть достигнута только путем создания междисциплинарной профессиональной команды, члены которой работают совместно с самого начала разработки концептуального дизайна, имея возможность принимать стратегические решения и решать любые вопросы проектирования. Таким образом, энергосберегающие технологии и стратегии могут быть включены в проектирование зданий таким образом, что они становятся неотъемлемой частью всего жизненного цикла здания.

Такие результаты как правило невозможно достичь, используя обычный линейный процесс проектирования, который начинается с архитектора и клиента, договаривающихся о схеме проектирования. Инженеры-механики, инженеры-электрики, инженеры-строители и инженеры-проектировщики строительных конструкций подключаются к работе в соответствии с согласованной схемой. Инженеры, таким образом, полностью связаны ранее согласованными параметрами дизайна. В результате их участие в обеспечении эффективности использования энергии, обычно, не самое оптимальное; они, скорее, вносят какие-то дополнения или пытаются исправить неэффективные решения по проекту, принятые ранее. Например, в отношении предварительно согласованного и изготовленного строительного блока, включающего большое застекленное пространство здания, выходящее на запад, участие этих инженеров ограничено выбором энергосберегающей системы застекления и выбором системы кондиционирования, которая будет иметь более или менее энергосберегающую систему *HVAC*. Такой результат совсем не оптимален, и он излишне увеличивает общие затраты здания. Кроме того, с точки зрения жизненного цикла, высокая энергетическая нагрузка, вызванная дополнительным оборудованием *HVAC* и большой площадью двойного или тройного застекления, которые используются для того, чтобы сократить приток тепла на западном фасаде, можно рассматривать как убыток. Лучшим подходом является решение этих проблем и принятие решений на стадии концептуализации и проектирования с учетом всего жизненного цикла и интегрированного процесса проектирования; при этом, возможно, проблемы, связанные с большой площадью застекленного западного фасада, можно полностью избежать.

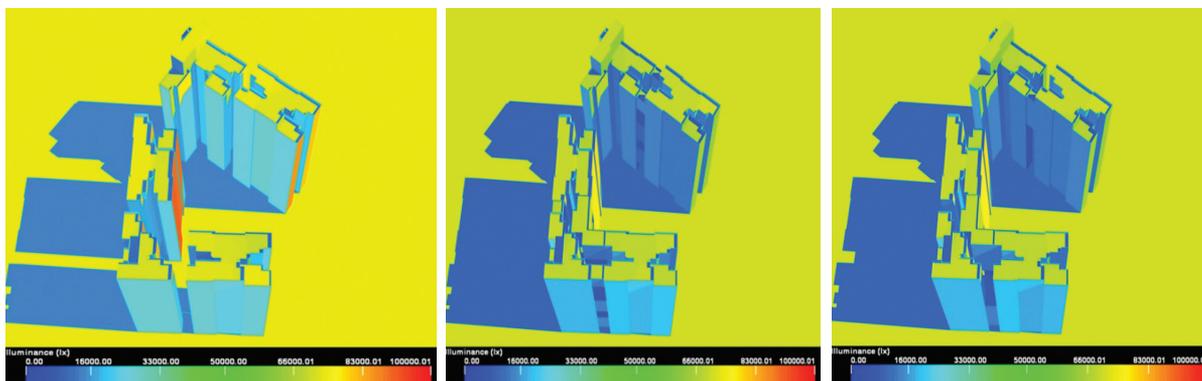
Типичные элементы жизненного цикла и интегрированного процесса проектирования можно объединить в три группы:

1. Междисциплинарный и интерактивный подход: междисциплинарная команда должна быть сформирована в самом начале проекта. Участвующими сторонами, в зависимости от сложности проекта, являются клиент, архитектор, инженеры, инженер-сметчик, консультант по вопросам энергетики, ландшафтный архитектор, руководитель производства, подрядчик (строитель) и координатор проекта (в более сложных проектах) (Лохнерт и др. (*Lohnert et al., 2003*)). Члены команды сначала формулируют и согласуют ряд требуемых рабочих характеристик, и работают совместно над достижением этих целей.
2. Принятие решений по жизненному циклу: Решения, принимаемые в ходе процесса проектирования, такие как форма здания, ориентация, конструктивные характеристики, строительные материалы, системы сооружений, механическое и электрическое оборудование, должны быть основаны на оценке жизненного цикла. Оценка должна

учитывать энергетические затраты на производство и эксплуатацию продуктов или систем, эксплуатационные характеристики, стоимость жизненного цикла, длительность жизненного цикла и его завершение.

3. Средства автоматизированного проектирования: проектирование устойчивых зданий в последнее время стало значительно легче благодаря растущему числу средств автоматизированного проектирования. Они используются для моделирования эксплуатационных характеристик экологических зданий и расчета энергопотребления на охлаждение или отопление, выбросов CO<sub>2</sub>, анализ жизненного цикла, и так далее. Средства имитационного моделирования используются для прогнозирования экологической эффективности здания, обычно с учетом движения солнца, затенения от солнца и дневного света, а также вычисления гидроаэродинамики движения воздуха, и т.д. Эти средства позволяют наглядно видеть стратегии дизайна посредством графических пользовательских интерфейсов. Они особенно полезны для:
  - a) Обеспечения обратной связи, для получения информации о процессе проектирования. Например, анализ движения солнца помогает коллективу дизайнеров, во-первых – понять, в каких местах необходимо расположить затеняющие конструкции, во-вторых – спроектировать их форму и размеры, чтобы они были эффективными, и в-третьих – смоделировать и протестировать их действие на модели здания.
  - b) Сравнение различных альтернатив дизайна, стратегий, и технологий облегчит междисциплинарной команде процесс принятия решений.

**Рисунок 4.3.1: Моделирование дневного света при различных вариантах дизайна для облегчения процесса принятия решений**



Технологии компьютерного моделирования быстро развиваются, облегчая принятие решений в процессе конструирования с целью повышения экологической результативности и экономической эффективности зданий. Пять основных направлений, в которых обычно применяется компьютерное моделирование, представлено выше с указанием программного обеспечения:

1. Путь движения солнца и моделирование затенения от солнца: *ECOTECT*
2. Дневной свет и моделирование яркости света: *Radiance, Daylight, DAYSIM*
3. Тепловое моделирование: *TAS, IES*
4. Компьютерная гидроаэродинамика (CFD): *CONTAM, FLOVENT, FLUENT, IES*
5. Энергопотребление и баланс энергопоставок: *Energy Plus, eQuest*.

В последние годы, отдельные компьютерные средства проектирования постепенно заменяются интегрированной универсальной вычислительной платформой, которая может служить инструментом подготовки чертежа проекта, инструментом визуализации, моделирования различной экологической эффективности, локального кода с контролем ошибок, и даже инструмента организации производства. Примером является программное обеспечение *Tas Simulator software V8i*. Программное обеспечение служит:

1. Средством проектирования (для моделирования естественной вентиляции, тепловой нагрузки помещения, использования энергии, определения размера технических установок, выбросов CO<sub>2</sub> и эксплуатационных расходов)
2. Инструментом согласования (то есть, моделирование и соответствие вычислений требованиям ISO и утвержденным вычислительным методам в соответствии с некоторыми британскими строительными нормами и правилами),
3. Инструментом организации производства (для того, чтобы детально и точно прогнозировать использование энергии, энергосбережение и снижение издержек для операционных и инвестиционных целей) (Бентли (*Bentley*, 2009)).

Однако, универсальные вычислительные платформы все еще находятся в стадии изучения рынка; тем не менее, они полностью или широко используются в практике проектирования зданий.

### **Основные эксплуатационные характеристики**

В отличие от обычного линейного процесса проектирования, интегрированный процесс проектирования характеризуется серией повторяющихся циклов деятельности на каждой стадии проектирования: от концептуализации до схематического и затем детального проектирования и подготовки документации для строительства. В каждом цикле деятельности, соответствующие члены всех команд активно взаимодействуют друг с другом для выработки оптимальных решений. Формирование мультидисциплинарной команды в самом начале проекта крайне важно и требует веры в процесс и полной поддержки со стороны застройщиков.

В ходе интегрированного процесса проектирования время, затрачиваемое для более ранних стадий проектирования, то есть, концептуальный и схематический дизайны, неизбежно более длительное, чем при обычном линейном процессе проектирования. Однако, это дополнительное время восполняется за счет сокращения времени, требуемого для координации на более поздних стадиях проектирования, то есть, детального проектирования и подготовки документации для строительства. Кроме того, вследствие участия подрядчика (застройщика) в ранней стадии проектирования, период строительства может быть сокращен за счет сокращения необходимого количества координаций, меньшего количества возвратов и требований внести изменения, и так далее.

Мультидисциплинарные команды зачастую включают архитектора, инженера-строителя, инженера-проектировщика строительных конструкций, инженера-механика и инженера-электрика, а также инженера-сметчика и энергетика, объединенных духом сильной команды и готовностью слушать друг друга и сотрудничать друг с другом. При таких интерактивных рабочих отношениях, роль архитектора не ограничивается разработкой строительного блока и пространственного расположения, но также включают и сверку идей/комментариев членов команды и их интегрирование в проектируемое здание. Роли инженеров выходят за пределы систем и решений, предлагаемых ими для того, чтобы обеспечить функциональность дизайна. Инженеры должны брать на себя инициативу и выдвигать концептуальные идеи, способствующие эффективному достижению цели, начиная с ранних этапов проектирования. Роль инженера-сметчика также расширяется, включая не только простой расчет

стоимости строительства, но и вопросы жизненного цикла и оценки жизненного цикла строительных материалов и других технологических систем, которые будут включены в дизайн. Застройщик также должен играть более активную роль, чем обычно, участвуя в обсуждениях дизайна, особенно когда обсуждаются вопросы постановки цели и эксплуатационных параметров. Высокие эксплуатационные параметры цели, вопросы жизненного цикла и другие аспекты дизайна должны служить конечными ориентирами, на которые направлено взаимодействие и рабочие отношения членов команды.

**Рисунок 4.3.2: Интегрированный процесс проектирования (Предоставлено: Ларсон (Larsson, 2009))**



Компьютерное моделирование не должно использоваться лишь на заключительной стадии для проверки и простой презентации целей. Оно особенно полезно для моделирования эксплуатационных параметров различных стратегий и технологических систем проектирования для целей сравнения. Поэтому, компьютерное моделирование должно использоваться в ходе интегрированного процесса конструирования, как техническое средство для разработки дизайна, обеспечивающее обратную связь с командой для внесения усовершенствований и принятия решений. Что касается эффективности использования человеческих ресурсов и времени, компьютерное моделирование может использоваться на макроуровне в стадии концептуализации дизайна, чтобы продемонстрировать общий/полный объем строительных работ для выбора лучших результатов и общего направления. При переходе к стадии схематического и детального проектирования, необходимо более подробное компьютерное моделирование для внесения усовершенствований в дизайн и его точной настройки.

## Статус реализации

Что касается устойчивых зданий, жизненный цикл и интегрированный процесс проектирования постепенно развиваются, переходя от статуса экспериментального и узкого применения в статус преобладающей практики в виде состоявшихся методов консультирования застройщиков. Интегрированный процесс проектирования также принят в качестве критерия для выполнения предзаказных условий группами консультантов по публично финансируемым проектам в Канаде (Министерство общественных работ и государственных служб *Канады*, 2011). Четкие руководящие принципы по осуществлению интегрированных процессов дизайна были разработаны многочисленными международными организациями и исследовательскими организациями, такими как Специальная группа Международного энергетического агентства 23 и Международная инициатива для устойчивой искусственной среды.

В последние годы, компьютерное моделирование также завоевало популярность. Основными причинами этому являются:

1. Отрасль признает, что оно способствует улучшению экологической жизнедеятельности зданий и снижению издержек (предотвращая возможность их низкой эффективности, приводящей к дорогостоящим операционным затратам или расходам на реконструкцию после завершения строительства зданий).
2. Развитие технологий было сделано более точным.
3. Развитие технологий стало более легким в использовании, совместимым и легко заменяемым различными программами, разработанными для подготовки эскизов, проектирования, визуализации и моделирования. Это сокращает время на моделирование и симуляцию, что позволяет обеспечить своевременную обратную связь по результатам компьютерного моделирования и внесения изменений в процесс проектирования.

Этот восходящий импульс глобального прогресса по вопросам жизненного цикла и интегрированного дизайна будет и далее продвигаться по возрастающей в связи с включением в процесс, на глобальном уровне, многих транснациональных корпораций. Эти солидные компании (как в области консалтинга, так и застройки) привносят свои апробированные методы в интегрированный дизайн и продвигают компьютерные средства в области проектирования за пределами своих стран, посредством новых проектов в области строительства в развивающихся и наименее развитых странах.

## Возможность реализации

Интегрированный процесс проектирования не содержит новых радикальных элементов, но объединяет «хорошо зарекомендовавшие себя подходы в единый систематический процесс» (Ларсон (*Larsson*, 2004)). Например, «навыки и опыт инженеров-механиков и инженеров-электриков, также более специализированных консультантов, могут быть объединены на уровне разработки концепции дизайна с самого начала процесса проектирования» (Ларсон (*Larsson*, 2005)). События из Северной Америки и европейских стран показывают, что при наличии определенных инициатив и поддержке со стороны правительства в отношении демонстрационных проектов, интегрированный процесс проектирования, впоследствии, принимается профессионалами строительной отрасли вследствие его положительных результатов.

Ключевым фактором успеха при крупномасштабном использовании интегрированного подхода к проектированию является участие главных игроков строительной промышленности, по мере изменения их восприятия в отношении этого подхода и готовности непредвзято принять эту практику, проявляя инициативность и командный стиль работы.

В регионах, где пока еще отсутствует понимание жизненного цикла и интегрированного процесса проектирования, необходимо укреплять потенциал с тем, чтобы поднять уровень информированности ключевых игроков и профессионалов и продемонстрировать, как осуществляется этот процесс. Необходимо также обучать трудовые ресурсы: специалистов-энергетиков, экспертов по оценке и анализу жизненного цикла, а также экспертов в области использования компьютерного моделирования, как инструмента для принятия решений и разработки дизайна. Кроме того, также важно собирать информацию о жизненном цикле строительных материалов, продуктов, компонентов, технологических систем и создать исчерпывающую базу данных по оценке и анализу жизненного цикла. Это можно осуществлять в сотрудничестве с местными регуляторами в области строительства, научно-исследовательскими институтами, университетами, поставщиками строительных продуктов и другими, связанными со строительством, профессионалами.

### **Продвижение социального, экономического и экологического развития**

Жизненный цикл и интегрированный процесс проектирования косвенно способствуют социальной и экологической устойчивости, посредством обеспечения методологий и компьютерных средств моделирования для строительства высокоэффективных зданий. Оценка жизненного цикла и принятие решений на основе жизненного цикла также способствуют решению вопросов нехватки природных ресурсов, эффективного использования строительных материалов и компонентов, а также вопросов, связанных с завершением жизненного цикла зданий.

Подход на основе жизненного цикла также способствует экономическому развитию, посредством понимания вопросов, связанных с реальным снижением издержек за счет снижения накладных затрат в строительстве, что может, в конечном счете, привести к отрицательной экологической результативности здания и повышению затрат в процессе его эксплуатации. Конечным результатом является сокращение общих затрат на жизненный цикл здания, а также социальных издержек и затрат на охрану окружающей среды в результате его строительства и эксплуатации.

Жизненный цикл и интегрированный процесс проектирования косвенно способствуют широкому социальному развитию посредством обеспечения методологий участникам процесса, что позволяет строить здания высокого качества. Процесс улучшает отношения между профессионалами в строительной отрасли, продвигая командный стиль работы и положительное взаимодействие между ними, что способствует повышению экологической и социальной ответственности. Этот процесс также предоставляет платформу для того, чтобы профессионалы могли учиться друг у друга, обмениваться знаниями и инновационными/творческими подходами в области создания устойчивой искусственной среды.

### **Финансовые требования**

Подход на основе жизненного цикла и оценка в ходе интегрированного процесса проектирования позволяет оптимизировать затраты на протяжении всего цикла жизни здания, а не только на начальной стоимости строительства. Посредством анализа жизненного цикла, владельцы здания и застройщики могут лучше понять долгосрочные преимущества, и экономию за счет интеграции стратегий и технологий, обеспечивающих энергоэффективность здания. Эти преимущества могут быть обеспечены за счет незначительного увеличения стоимости строительства. Поэтому, эффективные технологии по снижению использования энергии уже зарекомендовали себя и их нельзя исключать в ходе попыток снизить затраты, как это обычно делается перед самым началом строительства.

Доказано, что подход на основе жизненного цикла и интегрированного подхода к процессу проектирования позволяет обеспечить высокую эффективность зданий с незначительным увеличением бюджета, оцененного на начало проекта (Ларсон ). Общие финансовые требования жизненного цикла и интегрированного процесса проектирования минимальны. Фактически, процесс можно рассматривать скорее, как перераспределение бюджетов между различными стадиями всей продолжительности жизни здания, чем потребность в дополнительных инвестициях. С точки зрения продолжительности жизни здания, изменение бюджета происходит за счет использования части сэкономленных затрат на эксплуатации здания на то, чтобы заплатить немного более высокие гонорары консультантам на стадии проектирования здания. Дополнительные гонорары консультантам:

Привлечение инженеров, инженеров-сметчиков, специалистов в области энергетики с самого начала проекта, а не после концептуализации проекта и/или эскизного проектирования.

Оценка жизненного цикла и использование компьютеризированных средств проектирования помогают провести моделирование и учесть сделанные выводы по дизайну. Этот компонент стоимости изменяется в соответствии с доступностью таких услуг на местном уровне. Например, затраты на оценку жизненного цикла и компьютерное моделирование относительно низки в развитых странах, где эта практика уже существует и между поставщиками услуг есть ценовая конкуренция. Следует сказать, что сейчас много крупных консультационных фирм, специализирующихся в таких практиках и располагающих потенциалом предоставления таких услуг; зачастую они покрывают дополнительные затраты за счет включения их в цену общего предложения услуг по проекту. Однако, на местном уровне, где нет специалистов по оценке жизненного цикла и компьютерному моделированию, стоимость таких услуг может быть выше и зачастую указывается отдельно в договоре о предоставлении консультационных услуг клиенту.

## **Практический пример**

### ***Школа в Мейо (Мауо), Канада:***

Школа, площадью 3400м<sup>2</sup> – это демонстрационный проект по применению интегрированного процесса проектирования, осуществленный при поддержке канадской Программы C-2000 по строительству современных зданий (*Canadian C-2000 Program for Advanced Buildings*). Цели дизайна заключаются в создании качественной образовательной среды, которая может быть адаптирована в соответствии с более широкими потребностями сообщества, с высокой экологической эффективностью, и жестким бюджетом. Коллектив дизайнеров включал инженера-энергетика и помощника дизайнера, которые остались работать непосредственно на владельца здания. Концепция и принципы интегрированного процесса проектирования были представлены всем членам команды на стадии эскизного проектирования. Была достигнута договоренность, что все члены команды будут участвовать в процессе принятия решений на высшем уровне, чтобы договориться по общим характеристикам дизайна. На основе этих общих характеристик, были определены вопросы, которые должны были решаться специалистами в отдельных сферах при постоянных междисциплинарных консультациях.

В ходе процесса проектирования, ожидания, связанные с высокой эффективностью здания, пришлось несколько умерить в связи с проблемами дополнительных затрат и другими практическими вопросами. Команда также использовала различные компьютерные средства для проектирования, что облегчало процесс принятия решений. Использованные средства включали процесс C-2000/

программное обеспечение для отчетности о принимаемых решениях, *DoE* – для моделирования энергопотребления, и *Superlite* – для анализа вопросов, связанных с дневным и искусственным освещением. В результате все цели, критерии и бюджет проекта были достигнуты, выполнены и исполнены всеми участниками коллектива дизайнеров в пределах допусков. Кроме того, были обеспечены высокая экологическая результативность здания и качественные архитектурные решения. При этом, радует то, что все участники коллектива дизайнеров были действительно довольны результатом, и согласились использовать интегрированный процесс проектирования в своих следующих проектах (Рабочая группа *IEA 23*, 2002).

#### 4.4 Тепловая изоляция оболочки здания

##### Технология

Тепловая изоляция – это важная технология, направленная на сокращение потребления энергии в зданиях, предотвращая приток/потерю тепла через оболочку здания. Тепловая изоляция основана на строительных материалах с низкой теплопроводностью, зачастую ниже  $0.1 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ . «Единственным предназначением этих материалов является экономия энергии, защита и обеспечение комфорта жильцам» (Изоляция и эффективное использование энергии: защита окружающей среды и повышение качества жизни ()). Из многих форм, конфигураций и возможностей применения тепловой изоляции, данный раздел сосредотачивается на тех, которые обычно используются для защиты оболочек здания – то есть, пол, стены и крыша – и имеют потенциал для передачи технологии по принципу юг-юг. Сюда входят промышленные изоляционные и естественные материалы, используемые для тепловой изоляции.

Промышленные изоляционные материалы классифицируются, в основном, на три группы – минеральное волокно, пенопласт и материалы, полученные из растительного/животного сырья.

Материалы из минерального волокна включают минеральную вату, шлаковату и стекловату, которые могут быть получены в результате переработки отходов. Эти материалы плавятся при высоких температурах, ссучиваются в волокно, и затем к ним добавляется связующее вещество для того, чтобы из них можно было изготавливать твердые листы и изоляционную вату. Если минеральное волокно находится в удовлетворительном состоянии, оно может быть переработано в конце своего срока жизни и использовано вновь.

Пенопласт получается из нефти и включают твердый полиуретан, фенол, пенополистирол, и выделенный полистирол. Эти материалы бывают в сыпучем виде, а также в виде жестких плит и пены. В прошлом производственный процесс осуществлялся с применением озоноразрушающих веществ, таких как *HCFC*. Однако, теперь производственный процесс переключился на использование нейтральных углеводородов. При использовании изоляционных продуктов из пенопласта, необходимо, чтобы производственные процессы по изготовлению указанных продуктов не использовали озоноразрушающих веществ. Продукты из пенопласта могут быть переработаны, но это – тяжелый процесс. Для продуктов из пенопласта скорее подходит сжигание для регенерации энергии в конце их жизни.

Продукты, получаемые из растительного/животного сырья включают целлюлозное волокно, овечью шерсть, хлопок, и лен. Эти продукты не требуют больших энергетических затрат на производство и эксплуатацию, поскольку материалы могут быть изготовлены из возобновляемого сырья. Продукты предлагаются в виде волокна, ваты или прессованных плит. Их производство требует химической

обработки для обеспечения соответствующих свойств, таких как огнестойкость и отсутствие инвазий паразитов. В конце срока использования, их трудно использовать для регенерации энергии путем сжигания.

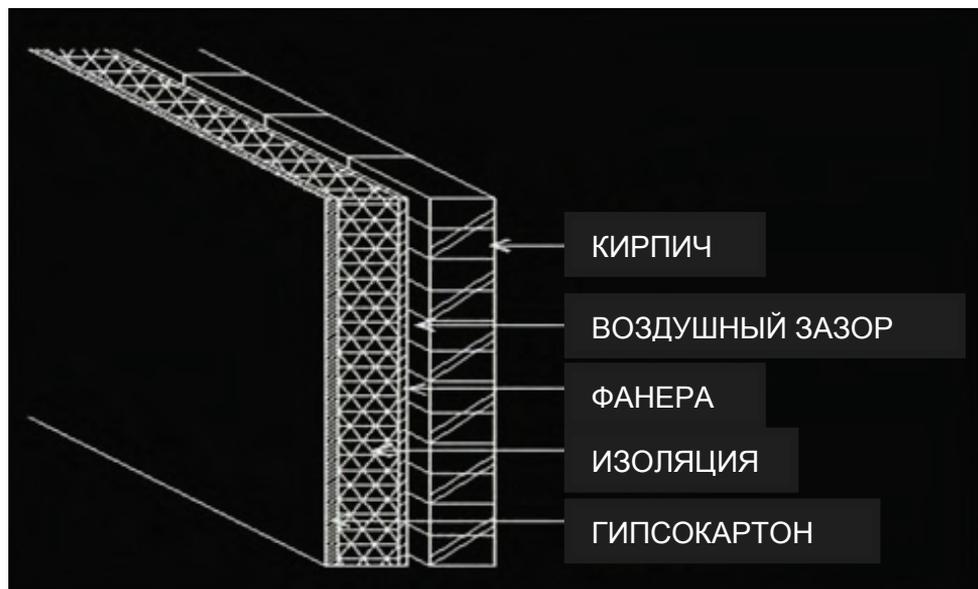
Теплоизоляция оболочки здания является апробированной технологией, что способствует энергосбережению зданий. Недавно появились две новые тенденции в развитии теплоизоляции – создание энергоемких материалов (*PCM*) и инновационное использование неочищенных природных материалов для теплоизоляции.

Действие энергоемких материалов (*PCM*) основано на принципе сохранения скрытого тепла. «При повышении температуры, температура среды, в которой происходит накопление скрытого тепла не увеличивается, в то время как среда переходит из одного физического состояния в другое, что означает, что она сохраняет энергию. Поэтому поглощение энергии нельзя почувствовать при прикосновении. Температура ощутимо повышается только после того, как происходит полный фазовый переход. Когда происходит изменение, температура скрытого тепла равна температуре плавления или кристаллизации накапливающей среды. Преимущество *PCM* состоит в том, что большое количество тепла или холода может сохраняться в пределах незначительных диапазонов температур». (Хосладен и др. (*Hausladen et al.*, 2005)).

Поскольку фазовые переходы происходят между твердым и жидким состоянием, *PCM* (такие как парафин) должны инкапсулироваться перед их использованием. *PCM* на основе парафина имеют точки плавления от 24° до 26°С и используются, главным образом для того, чтобы предотвращать приток тепла в жаркую погоду (Хосладен и др. (*Hausladen et al.*, 2005)). *PCM* из инкапсулированного парафина смешиваются с известковым раствором, наносимым на оболочку здания. При использовании в сочетании со стратегиями ночного охлаждения (См. Раздел 4.1), *PCM* могут быть эффективными для предотвращения накопления тепла оболочкой здания. В настоящее время, *PCM* проходят стадию исследования, разработки стендовых испытаний. *PCM* являются многообещающими технологиями, потому что они легковесные, их легко использовать и смешивать с обычными строительными материалами.

Вторая тенденция в развитии теплоизоляции – инновационное использование необработанных природных материалов. Примером является использование необработанных соломенных тюков в качестве изоляции. Чтобы преодолеть проблемы пожароопасности, соломенные тюки помещаются между оболочками-панелями из огнестойких материалов, например из металла или стекла, для придания эстетических эффектов, это делается так, чтобы соломенные тюки были видны. Другим природным материалом, используемым для теплоизоляции, является воздух, теплопроводность которого равна, приблизительно 0.025Вт/м·К. Его применяют зачастую для заполнения воздушного зазора при строительстве пустотелых стен для улучшения теплоизоляции. Теплоизоляция в виде использования воздушных зазоров недостаточна для зданий в регионах с умеренным климатом, но может быть приемлемой для зданий в условиях мягкого климата.

**Рисунок 4.4.1: Воздушный зазор используется для стен, сочетающих дерево и кирпичную кладку**



### Основные эксплуатационные характеристики

Теплоизоляционные материалы для оболочек здания используются также для деталей, используемых в сооружении полов, стен и крыш/потолков при строительстве новых зданий и реконструкции существующих.

В отличие от не вызывающего затруднений процесса использования теплоизоляции для оболочек новых зданий, реконструкция существующих зданий требует определения подходящих мест для использования теплоизоляции. Такими местами являются:

1. Крыша: для изоляции твердыми плитами или прошивными теплоизоляционными матами под стропилами или на уровне балки.
2. Пространство под крышей (в регионах с умеренным климатом): для теплоизоляции потолка твердыми гипсокартонными плитами.
3. Твердая каменная кладка или бетонные стены: для изоляции с внешней стороны твердыми плитами, которые затем покрываются водостойким облицовочным материалом, образуя обеспечения изоляционной прокладки в виде твердых гипсокартонных плит.
4. Полые стены: для заполнения амортизационным сыпучим материалом и обеспечения изоляционной прокладки в виде твердых гипсокартонных плит.
5. Бетонный пол (в регионах с умеренным климатом): для изоляции твердыми плитами под новой монолитной цементной стяжкой и отделкой пола.
6. Фальшпол из древесины (в регионах с умеренным климатом): для изоляции твердыми плитами или прошивными теплоизоляционными матами между или под балками пола (XCO, 2002).

Как при строительстве новых, так и при реконструкции существующих зданий, важно понять и обеспечить условия для наилучшего функционирования теплоизоляционных продуктов с тем, чтобы они могли обеспечить ожидаемые результаты на протяжении всей продолжительности их жизни.

1. Продукты из минерального волокна бывают в виде ваты, рулонов и рассыпные. Они могут применяться на/вне строительной площадки. Вследствие открытости структуры, воздухо-, водо- и паропроницаемость могут сократить эффективность теплоизоляции этих продуктов. Поэтому, необходима подложка из фольги и качественная герметизация во избежание воздействия пара и воды. Это, зачастую, может быть связано с конденсацией, происходящей между внешней стеной панелью/покрытием и слоем изоляции, и/или протекающих водопроводных труб, встроенных в стену.
2. Продукты из пенопласта, считаются материалами более длительного срока службы. Эти продукты не подвержены гниению или инвазиям паразитов. Помимо твердых листов, продукты из пенопласта могут применяться в виде пены, которая наносится на оболочку здания посредством распыления. Распыляемая пена наносится в жидком виде с использованием шланга и пульверизатора. Она является комбинацией двух веществ, которые при смешивании, через несколько секунд, становятся густой пеной. Изоляция распылением может наноситься после прокладки электропроводки и установки водопроводной системы, поскольку, расширяясь по мере наложения, она плотно запечатывает все отверстия.
3. Продукты растительного/животного происхождения являются наиболее восприимчивыми к инвазиям паразитов. Хотя в ходе производственного процесса проводится их химическая обработка, зачастую, использованные для химической обработки вещества могут вымываться, если эти продукты находятся в условиях высокой влажности или подвергаются воздействию влаги. Превентивные меры включают обеспечение подложки, хорошую обработку и неиспользование их во влажных и сырых условиях.

Хорошее качество изготовления продуктов и деталей, позволяющее предотвратить утечку воздуха, крайне важно для всех типов оболочек здания с тепловой изоляцией. Важно уделять особое внимание деталям, устанавливая изоляционные материалы в местах электрических розеток и проводки, проложенной в стенах, тщательным образом вырезая отверстия так, чтобы изоляция плотно прилежала к стене.

Кроме того, в качестве меры контроля за общим качеством строительства в экстремальных климатических условиях, рекомендуется сдавать в эксплуатацию не только само здание, но и его оболочку с учетом ее соответствия всем требованиям теплоизоляции, особенно если речь идет о крупномасштабных зданиях.

## **Статус выполнения и проникновение на рынок**

Теплоизоляционные продукты для оболочки широко используются в регионах с умеренным климатом. Во многих развитых и промышленных странах теплоизоляция является нормативным требованием, направленным на обеспечение эффективного использования энергии и соответствующих медицинских стандартов жизни жильцов, что требует наличия довольно устойчивых производителей теплоизоляционных материалов. Рынок теплоизоляционных продуктов в регионах с жарким и влажным тропическим климатами не очень большой, поскольку здесь требуется естественная вентиляция, а не обеспечение воздухонепроницаемости для обеспечения теплового комфорта. В этом контексте, в использовании теплоизоляции нет большой необходимости, и наличие воздушного просвета в полый стене на западном фасаде достаточно для того, чтобы предотвратить приток

тепла от жаркого полуденного солнца. Изоляция крыши, однако, применима в регионах с любым климатом, включая жаркий тропический пояс. В Карибском бассейне, например, изоляция крыши, в принципе, считается «апробированным решением для экономии энергии»; основным продуктом для этой цели является минеральное (стекло) волокно (Эскаланте (*Escalante*, 2007)).

### **Возможность реализации**

В развитых и промышленно развитых странах строительные нормы и правила включают требования по обеспечению минимально приемлемых уровней изоляции для оболочек зданий, что, таким образом, означает необходимость применения теплоизоляционных технологий. Однако, это не всегда так во многих развивающихся странах, особенно в наименее развитых странах и отдаленных сельских районах. Поэтому, важным фактором, способствующим крупномасштабному использованию теплоизоляции в этих странах, должна стать политика по мерам поддержки, поощрения и обязательного исполнения.

Кроме того, производственный процесс по изготовлению пенопласта, упомянутый ранее, требовавший использования реагентов, истощавших озоновый слой, например *HCFC*, переключился на использование нейтральных углеводородов. При использовании продуктов из пенопласта для теплоизоляции важно, чтобы эти продукты не были связаны с использованием реагентов, истощающих озон. Для большей эффективности, важно иметь местные регламенты, запрещающие использование продуктов, требующих для их производства использования реагентов, истощающих озон.

Основные эксплуатационные характеристики большинства теплоизоляционных оболочек здания требуют детального проектирования, надлежащего качества изготовления теплоизоляционных продуктов и их тщательного выбора, а также методов обращения с ними и монтажа. Это, в свою очередь, требует укрепления потенциала, например, в виде практических семинаров для обучения профессионалов строительной отрасли для работы с этими материалами и продуктами.

### **Продвижение социального, экономического и экологического развития**

Основной задачей теплоизоляционных оболочек зданий является обеспечение температурного комфорта для их пользователей, что обеспечивает здоровую среду обитания и улучшает производительность труда в производственных помещениях.

Теплоизоляция сокращает нежелательную потерю тепла или его приток через оболочку здания. Это, в свою очередь, сокращает энергопотребление для охлаждения и отопления зданий, и, таким образом, является мерой по смягчению последствий изменения климата путем сокращения выбросов ПГ.

Крупномасштабное применение теплоизоляции является бесспорным экономическим стимулом. В одном только европейском регионе работает почти 12 000 компаний, на которых работает, в общей сложности 400 000 сотрудников, по изготовлению продуктов из пенопласта (*ISOPA & Polyurethanes*, 2009). Такая возможность создания бизнесов и возможностей открытия рабочих мест существует и в развивающихся странах, если будут успешно запущены программы по передаче технологий в области теплоизоляции зданий по принципам север-юг и юг-юг.

## Финансовые требования

Финансовое требование в отношении теплоизоляции оболочки здания включает затраты на соответствующие продукты и их монтаж.

Затраты на продукты и монтаж теплоизоляции вычисляются на основе стоимости единицы площади, подлежащей изоляции с учетом коэффициента теплопроводности. Стоимость монтажа с использованием амортизационных сыпучих материалов ниже, чем других изоляционных продуктов, потому что с ними легко работать. Однако, вследствие недостаточной дополнительной защиты от влаги и инвазии паразитов, долговечность их службы является проблемой.

Затраты на обслуживание теплоизоляционных продуктов низкие и вообще отсутствуют в случае использования продуктов из пенопласта. В случае использования минерального волокна или изоляции растительного/животного происхождения, если продукты не работают как ожидалось вследствие увеличенной теплопроводности, вызванной влажностью или инвазией паразитов, требуется их замена.

Для естественно проветриваемых зданий в умеренных климатических условиях изоляция крыши и стены, выходящей на запад – самые эффективные методы предотвращения притока тепла через оболочку здания, что обеспечивает более быструю окупаемость инвестиций по сравнению с применением изоляции по всей площади оболочки здания.

Использование соломенных тюков и воздушных полостей (в случае полых стен) не требуют больших затрат, за исключением толщины стен. Однако, срок их службы может быть не слишком продолжительным. В промышленно развитых странах, продукты из минерального волокна конкурентоспособны по сравнению с продуктами из пенопласта, и продуктами, производимыми из растительного/животного сырья. Однако, в развивающихся странах и сельских районах, продукты, производимые на основе растительного/животного сырья, рентабельны в связи с их большей доступностью, объясняющейся наличием сырья. Продукты из пенопласта твердые и устойчивые, поэтому они более надежны в долгосрочной перспективе. Они требуют наименьших затрат на обслуживание.

## Практический пример

### **СОЛАНОВА, Дунайварош (*Dunaujvaros*), Венгрия:**

Проект был осуществлен при поддержке Европейской комиссией в 2003 г. с целью продемонстрировать передовые практики в области энергосбережения на примере реконструкции многоквартирных жилых зданий. В 1970-ые годы, в рамках демонстрационного проекта в Дунайвароше (*Dunaujvaros*) было отреставрировано жилое здание. На первом этаже здания расположен магазин розничной торговли, на следующих 7 этажах находятся 42 квартиры; здание построено из промышленных железобетонных плит. Среди многих вариантов энергосбережения во время реконструкции были использованы и применены теплоизоляционные материалы и технологии, такие как: 160-миллиметровая изоляция стен пенопластом, 100-миллиметровая изоляция потолка в подвале пенопластом и обширная зеленая крыша толщиной 300 мм с изоляцией. Такое применение теплоизоляции обеспечило 80%-ое сокращение энергопотребления на отоплении до запланированного уровня энергопотребления в 30-40 кВт/ч на кв. м/год. Это является существенным усовершенствованием, по сравнению с потреблением 220 кВт/ч на кв. м/год до реконструкции (Хермелинк (*Hermelink*, 2006)).

### **ГАМБУРГСКИЙ ДОМ (Hamburg House), Шанхай ЭКСПО 2010:**

Гамбургский дом в Шанхае ЭКСПО, 2010. Отдел лучших практик в области градостроительства Германии, продемонстрировал дизайны зеленых зданий и технологии, которые применяются в Китае. (Гамбургский) Дом был сконструирован и построен с использованием для его оболочки изоляции высшего качества, как одного из многих строгих принципов соблюдения стандартов пассивного дома. Стены и крыша здания были изолированы теплоизоляционными панелями материалом Neopor® – инновационным продуктом немецкой компании *BASF*. Эти изоляционные панели (толщиной до 18 см) являются изоляционным продуктом на основе пенопласта, который обеспечивает эффект изоляции до 20 % выше, чем обычные панели из вспенивающегося полистирола (*BASF Asia Pacific*, 2010). Строительные детали, качество их изготовления и монтаж соответствовали особым стандартам строительства воздухонепроницаемого здания и предотвращения любых возможных тепловых мостов через защитную оболочку здания. Решение по теплоизоляции оболочки здания способствовало обеспечению сверхнизкого показателя тепловой энергии дома в 15 кВт/ч на кв. м/год, поддерживая постоянную внутреннюю температуру в 25°C круглый год (Лу (*Lu*), 2010).

Этот Дом – подарок от города Гамбурга Шанхаю; он является постоянным зданием на Экспо. Дом является огромным источником вдохновения с точки зрения стратегий и технологий зеленого дизайна для местных профессионалов в области строительства. Кроме того, он демонстрирует возможность передачи технологии между севером и югом, в данном случае – от Германии Китаю.

## **4.5 Высокоэффективные фасадные системы зданий**

### **Технология**

Фасад здания является интерфейсом между внешней и внутренней средами здания. Поэтому, он оказывает большое влияние на:

1. Взаимодействие жильцов с окружающей средой
2. Эффективность использования энергии и внутреннюю экологию здания, а также качество жизни в нем, включая освещение и *HVAC*
3. Максимальную нагрузку, необходимую для поддержания хорошего уровня освещения и температурного комфорта для жителей.

Высокая эффективность фасада здания включает необходимость правильного подбора и использования соответствующих материалов, передовых технологий, хорошей детализации и тщательного монтажа – все это должно соответствовать данной ситуации и быть функциональным.

**Рисунок 4.5.1: Фасад здания, действующий в качестве интерфейса между внешней и внутренней средой**



Вследствие множества различных важных аспектов фасадов зданий, включающих эстетику, температурный комфорт, качество дневного освещения, визуальную связь с внешней средой, акустические качества и энергоэффективность, они находятся в центре внимания многих научных исследований. В результате, появляется широкий выбор продуктов и технологий, обеспечивающих высокую эффективность упомянутых систем.

**Рисунок 4.5.2: На примере Гонконга, на этой иллюстрации можно видеть большое количество различных фасадов, органично вливающих в среду города**

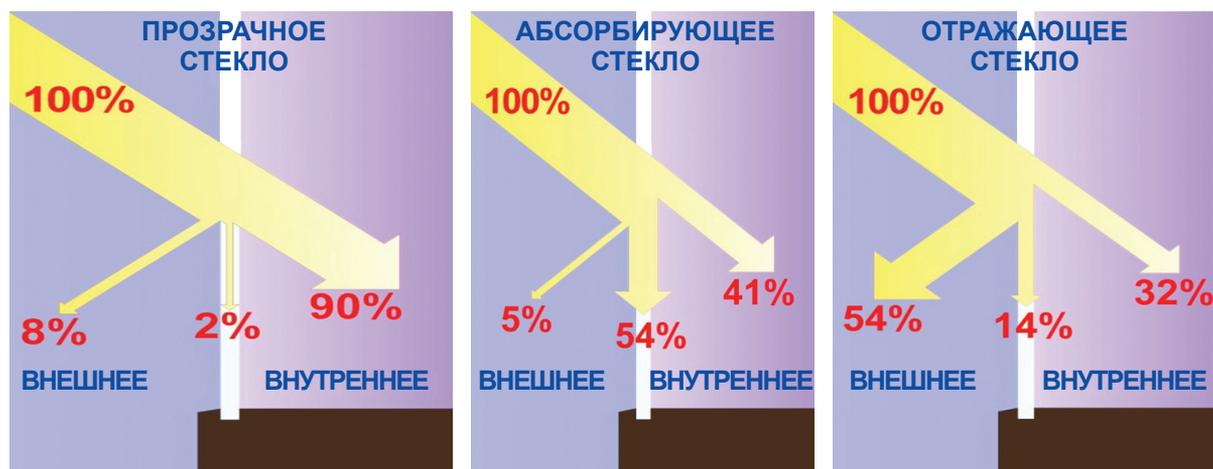


**Монолитные стены:** Считалось, что монолитные внешние стены из высоко теплоемкого строительного материала обеспечивают лучшие энергетические качества. Это предположение основано, прежде всего, на изменении условий максимальной нагрузки или на общем сокращении притока/потери тепла. Однако, эти предположения оказываются не совсем верными на фоне технологического развития в области материаловедения и термодинамики – например, появления энергоемких материалов. В настоящее время, существует целый ряд высокоэффективных систем монолитных стен – начиная с изолированных полых стен (толщиной 150-250 мм) и до многослойных панелей (в которых изоляционные материалы входят в состав стены, толщина которых составляет 75 мм).

Для создания монолитных стен с улучшенными тепловыми характеристиками, которые, при этом были бы еще и тоньше, в последнее время были разработаны «прохладные краски» (*cool paints*). По сравнению с обычной внешней поверхностью, прохладные краски позволяют значительно сократить приток тепла благодаря их высокой способности отражать солнечный свет при нанесении их на фасады здания. Прохладные краски можно использовать в регионах с жарким климатом.

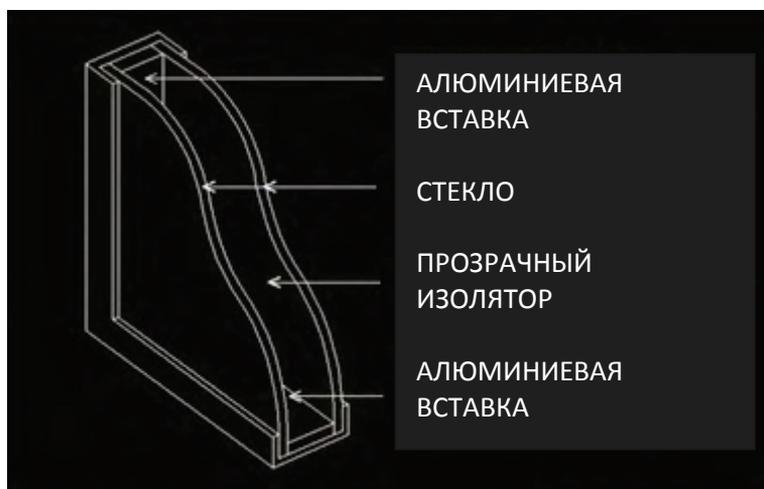
**Системы остекления:** В настоящее время наблюдается растущий интерес к стекломатериалам и технологиям конструирования с использованием систем остекления с высокой способностью предотвращать приток/потерю тепла, обеспечивая, при этом, максимальную светопрозрачность. Рисунок 4.5.2 иллюстрирует различные системы остекления с соответствующими характеристиками проводимости света (процентный показатель света, проходящего через застекление во внутреннее пространство). Недавно разработанная технология материалов позволяет наносить на стеклянную поверхность тонкий слой прозрачного оксида металла для снижения проникновения инфракрасного света, для получения энергосберегающего стекла.

**Рисунок 4.5.3: Светопрозрачность различных типов стекла и комбинаций остекления**



Технологии и решения по улучшению теплотехнических характеристик систем остекления включают вставку из «прозрачного» изоляционного материала, например, сухого инертного газа, вакуума, аргона или криптона между стеклами с тем, чтобы обеспечить эффективный тепловой разрыв и сократить теплопроводность. Если ширина воздушного разрыва больше, изоляционные свойства такой системы двойного остекления становится выше. Также используется тройное остекление для обеспечения еще более высоких теплотехнических характеристик. Дополнительное преимущества двойного и тройного остекления - это превосходные акустические характеристики, которые являются дополнительным преимуществом для зданий, расположенных в шумной и загрязненной среде.

**Рисунок 4.5.4: Система двойного остекления**



Благодаря наличию различных видов стекла и различных его комбинаций, его инновационное применение позволило разработать системы «умного остекления». Примером является система остекления, которая автоматически корректирует непрозрачность в соответствии с условиями освещения, что приводит к оптимизации использования освещения внутри здания и контролю за яркостью света. Такая система стала возможной благодаря технологиям фотохромного стекла.

**Рисунок 4.5.5: Фотохромное стекло (слева) и прозрачное стекло (справа) при ярком светящем дневном свете**



Еще одним примером является «умное окно» с наэлектризованными застекленными рамами, в котором между этими рамами помещена жидкокристаллическая пленка, управляемая электрическим полем для выравнивания кристаллов таким образом, чтобы окно могло становиться прозрачным, или для их смещения с тем, чтобы оно могло становиться матовым (Либард и др. (*Liebard et al.*, 2010)). Текущие научные исследования систем застекления также предусматривают использование тонкой фотогальванической пленки с тем, чтобы фасад здания мог выполнять дополнительную функцию по производству электричества. Однако, эта технология пока еще является слишком дорогостоящей для крупномасштабного распространения на рынке.

Еще одним новшеством является появление двойной фасадной оболочки, состоящей из двух застекленных оболочек с проветриваемой пустотой между ними в 0,2-2 м. При более широкой пустоте между оболочками в 0,6 м и более, обычно устанавливаются перфорированные металлические помосты для очистки и обслуживания застекления. В проветриваемой полости между оболочками можно устанавливать светозащитные устройства, такие как жалюзи. Изолированное застекление используется в качестве внутренней изоляции. Вентиляция внутри полости может быть естественной (например, за счет ветра и/или выталкивающей силы) или механически поддерживаемой, (например, с помощью вытяжного вентилятора). Проветриваемая пустота может служить многофункциональным пространством. Помимо того, что ее можно использовать для технического обслуживания и затенения от солнечных лучей, внутренняя/внешняя сторона этого пустого пространства может закрываться в холодную зиму в качестве дополнительного изоляционного слоя. Пустое пространство может также использоваться для предварительного подогрева поступающего свежего воздуха, прежде чем он будет поступать в установку для кондиционирования воздуха. В течение жаркого лета естественная вентиляция может служить для удаления горячего воздуха из пустого пространства (Либард и др. (*Liebard et al.*, 2010)).

### Основные эксплуатационные характеристики

Соответствие конкретной ситуации является обязательным условием для фасадной системы, что означает учет конкретных местных климатических условий, ориентацию на солнце, основное направление ветров, возможность обзора, соображения безопасности, акустики, предназначения здания и т.д. «Поскольку климат и потребности пользователей являются динамическими переменными, высокая эффективность фасада здания означает способность адаптироваться к этим переменчивым внешним условиям и к изменяющимся потребностям пользователей» (*LBNL*, 2006). Далее представлены основные эксплуатационные характеристики :

**Соотношение стен к окнам:** простое правило для обеспечения высокой эффективности фасада здания с учетом климатических условий и ориентации на солнце. В регионах с умеренным климатом рационально, чтобы соотношение между площадью стены и окном было низким, поскольку такая система позволяет дневному свету проникать вглубь здания и, при этом, обеспечивать доступ солнечного света в течение холодных зимних месяцев. В регионах с жарким климатом, низкое «соотношение между площадью стены и окна» менее эффективно, поскольку солнечного света вполне достаточно, много естественного освещения, и площадь окон/застекления является слабым местом здания в плане притока тепла. По этому же принципу, высокое соотношение между площадью западной стены и окном обеспечивает лучшие теплотехнические характеристики. Это объясняется тем, что горячий послеобеденный солнечный свет и радиация не могут проникнуть внутрь помещений здания.

**Использование светозащитных устройств:** важно для систем застекления или застекленных пространств, на которые направлено много солнечного света. Светозащитные устройства препятствуют попаданию прямых солнечных лучей на застекленные поверхности, улучшают эффективность затенения фасадов, и позволяют снизить теплопередачу через фасадную систему.

**Рисунок 4.5.6: Светозащитные устройства интегрированные в традиционные мотивы как выражение архитектурного дизайна здания Министерства финансов Малайзии в Путрае, Малайзия**



**Воздухонепроницаемый, но эффективный:** этот призыв касается коэффициента теплопередачи через фасады зданий, что приводит к созданию воздухонепроницаемой конструкции. С другой стороны, воздухонепроницаемая конструкция может отрицательно сказаться на других экологических характеристиках здания, как, например, естественной вентиляции и способности здания продолжать функционировать при временном отсутствии электрического освещения или сбоях *HVAC*. Кроме того, воздухонепроницаемая конструкция была недавно раскритикована как фактор, способствующий ухудшению качества воздуха в помещении и синдрому болезненной атмосферы в здании (Пассарелли (*Passarelli*, 2009)). Для снижения критичности этих проблем, лучше делать так, чтобы действующее окно/застекленные панели стали частью воздухонепроницаемой фасадной системы, обеспечивая жителям определенный уровень контроля. Примером могут быть высоко эффективные окна с двойными или тройными застеклениями

**Рисунок 4.5.7: Окно с двойным застеклением**



**Ночная вентиляция** может использоваться в двойной оболочке фасада благодаря дополнительной защите от неблагоприятных погодных условий двухслойной оболочки и пустого пространства. Это применимо в регионах с жарким климатом, в летние месяцы, в регионах с умеренным климатом и в коммерческих зданиях, которые предварительно охлаждаются за ночь благодаря естественной вентиляции. Таким образом, температуры внутри здания будут ниже в первой половине дня, сокращая потребность в охлаждении и кондиционировании (Пуаразис (*Poirazis*, 2006)).

**Конденсация при использовании систем из двойных рам.** Существует три типа конденсации при использовании систем из двойных рам: внутренняя, наружная и промежуточная. Внутренняя конденсация зачастую вызывается высокой влажностью внутри помещения и низкой температурой снаружи здания, которая охлаждает внутреннюю поверхность застекления до уровня ниже точки росы. Конденсация образуется на наружной поверхности стекла, когда температура стекла понижается до уровня ниже точки росы снаружи здания. Использование стекла с низкой излучательной способностью может ограничить теплообмен через воздушный слой между двумя оконными стеклами, и, таким образом, внутреннее стекло будет нагреваться, что сократит возможность образования конденсата на стекле изнутри. В то же время, внешнее стекло не согревается вследствие передачи тепла изнутри здания через внутреннее стекло, что сокращает возможность образования конденсата на наружном стекле с улицы. Наконец, когда конденсация образуется на поверхностях, обращенных внутрь безвоздушного пространства, т.е. между двумя стеклянными панелями, это указывает на наличие утечки воздуха в этом пространстве, куда и проникает влажный воздух, образуя конденсат. Система двойных рам, в этом случае, не работает так, как должна.

**Решение для самоочищающегося фасада** из диоксидтитана ( $TiO_2$ ) может применяться как для цельных стен, так и для застекленных систем.  $TiO_2$  - это, своего рода, фотокатализатор.

Подвергаясь воздействию солнечного света,  $TiO_2$  активизирует свои кислородные молекулы и разлагает микробы, бактерии и органическое вещество. Таким образом, применяя покрытие из  $TiO_2$  на внешней поверхности фасада, в виде нанесения покрытия алюминием, стеной облицовочной плитки, стекла, и т.д., можно сделать так, что фасад будет выполнять самоочищающуюся функцию. Это сокращает необходимость в обслуживании и очистке.

Сдача в эксплуатацию оболочек здания. Поскольку оболочка здания – это один из самых важных компонентов, определяющих тепло- и энергоэффективность зданий, имеет смысл для более крупномасштабных зданий и зданий со сложными фасадными системами внедрить требование о сдаче в эксплуатацию оболочек зданий для улучшения качества изготовления деталей, длительности их срока службы и других аспектов, связанных с экологической эффективностью.

#### **Рисунок 4.5.8: Здание со сложным комбинированным фасадом в Музее новостей (Newseum), Вашингтон, округ Колумбия, США**



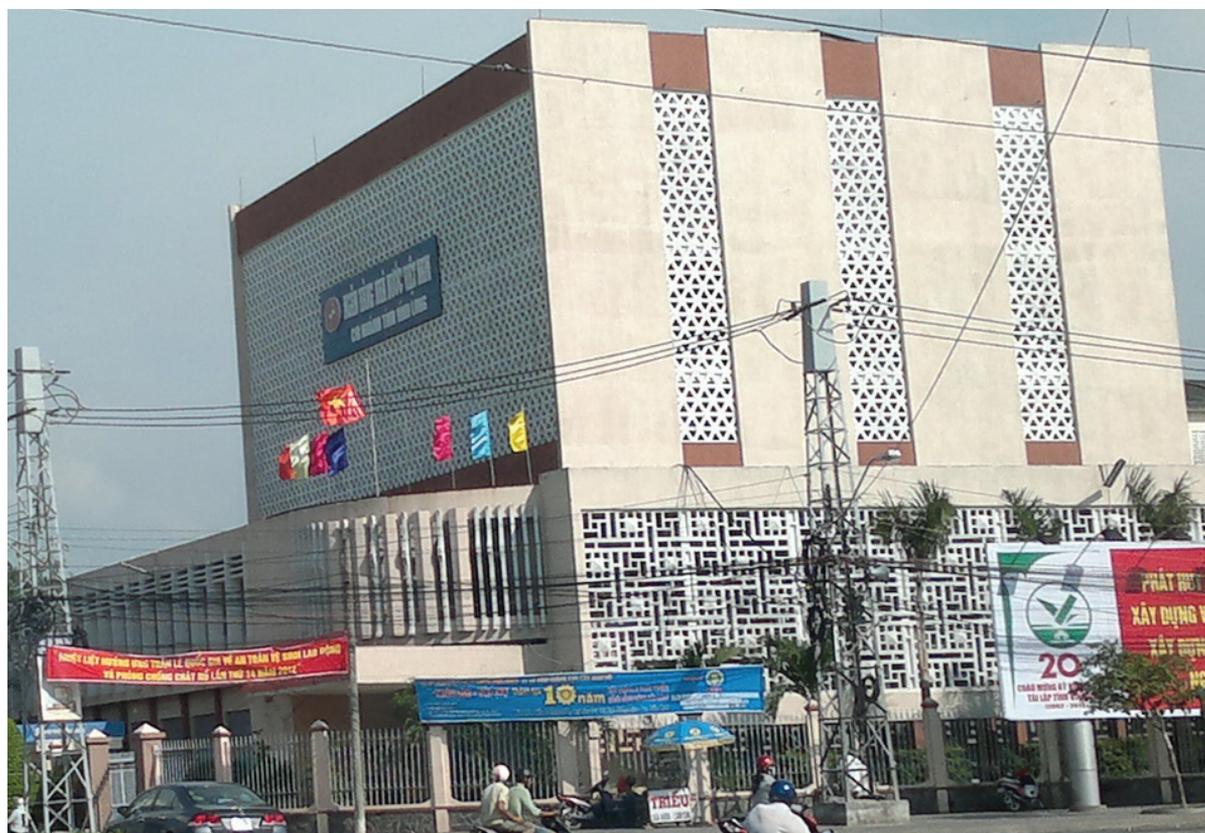
#### **Статус выполнения и проникновение на рынок**

Более простые формы высокоэффективных фасадных систем, таких как изолированные двухслойные стены с полым пространством внутри, прохладные краски, двойные рамы и стекло с низкой излучательной способностью – все это уже превратилось в преобладающую тенденцию во многих регионах всего мира. С другой стороны, сложные фасадные системы, включающие тройное остекление, удвоенные фасадные оболочки, использование фотохромового стекла, наэлектризованного застекления, и т.д. – имеют ограниченный рынок элитных зданий.

Двойные оболочки фасадных систем являются дорогостоящими и обычно применяются для высококачественных коммерческих проектов, поскольку они эстетически приятны и создают ощущение прозрачности и открытости, которое корпорациям нравится передавать общественности.

В регионах с умеренным климатом, как высокоэффективные цельные стены, так и системы застекления являются установившимися практиками и довольно распространены на рынке. Изолированные двухслойные стены с полым пространством внутри используются во многих жилых зданиях, в то время как многослойные панели и фасадные системы с двойной оболочкой более популярны при строительстве коммерческих зданий. В регионах с жарким и засушливым климатом широко используются цельные стены с высокой теплоаккумулирующей способностью. В регионах с жарким и влажным климатом около экватора использование технологий по строительству фасадов с низкой теплопередачей и воздухопроницаемостью не пользуется популярностью вследствие естественной вентиляции, характерной для этих климатических условий.

**Рисунок 4.5.9: Цельная стена с естественной вентиляцией и проникновением дневного света для банка в Винх Лонг Сити (Vinh Long City), Вьетнам**



### **Возможность реализации**

Поскольку без фасада не может обойтись ни одно здание, крупномасштабные фасадные системы высокой эффективности являются в высшей степени выполнимыми и их строительство зависит от:

1. Расчета соответствующего соотношения между площадью стены и окна и учета пространственной ориентации зданий при проектировании для обеспечения их рентабельности

2. Повышения уровня информированности в отношении важности и преимуществ строительства высокоэффективных фасадных систем зданий. Наличие демонстрационных проектов, осуществленных с этой целью государственным или частным сектором, либо при их совместном участии. Целевые группы включают застройщиков, владельцев, арендаторов, профессионалов от строительной отрасли и общественность.
3. Разработки местных проектных и строительных норм и правил, регулирующих вопросы, связанные с теплотехническими характеристиками и стандартами дневного освещения зданий при строительстве фасадных систем, которые со временем должны становиться все более строгими. Важно иметь нормы, правила и регламентирующие положения, основанные на потребностях практической деятельности, а не на предписаниях с тем, чтобы была возможность использовать технологические наработки и инновационный дизайн. Ограничение, установленное на максимальный общий показатель теплообмена ( $OTTV$ ) или на показатель теплообмена оболочки здания ( $ETTV$ ), является примером обоснованности потребностями практической деятельности в контроле за теплотехническими характеристиками фасадов зданий многих местных органов власти и национальных правительств, например, в Малайзии, Сингапуре и многих городах Китая.

**Рисунок 4.5.10: Фасад здания с низким ETTV, осуществленный при помощи расчета правильного соотношения площади стен и окон с использованием светозатеняющих устройств – один из примеров технологий строительства зданий в тропиках**



Там, где не используются или нет информации о фасадных системах зданий, целесообразно сначала провести научные исследования, чтобы определить наличие материалов и типов фасадных систем, которые соответствуют местным условиям, включая климатические, характеру и нормам поведения жителей, определяемым местной культурой и социальными ценностями, и т.д. Результаты могут послужить основой для дальнейшего исследования и разработки дизайнов с использованием инновационных фасадных систем. Затем необходимо укрепление потенциала в плане повышения знаний профессионалов и обучения трудовых ресурсов навыкам по проектированию, монтажу, эксплуатации и поддержке высокой эффективности фасадной системы здания.

### **Продвижение социального, экономического и экологического развития**

Высокая эффективность фасадных систем обеспечивает более низкий приток и/или потерю тепла, и, таким образом, сокращает нагрузки, связанные с охлаждением и/или нагреванием здания. Это позволяет экономить электричество на работе HVAC и улучшает температурный комфорт для пользователей.

Правильно сконструированные и смонтированные фасадные системы застекления обеспечивают хорошее проникновение дневного света во внутренние помещения здания, не создавая глянцевого эффекта. Они также способствуют экономии электричества, сокращая использование искусственного освещения. Застекленные фасадные системы также позволяют обитателям видеть, что происходит на улице, и повышают качество их жизни или работы.

#### **Рисунок 4.5.11: Проникновение дневного света через высокоэффективную застекленную фасадную систему**



Применение решения с самоочищающимся, с внешней стороны, застекленным фасадом здания снижает необходимость в мытье стекла. Это позволяет экономить на воде и затратах на обслуживание.

Сочетание воздухонепроницаемой конструкции с высокоэффективными фасадными системами, которые можно использовать как функционирующие окна, обеспечивает пользователям некоторый уровень контроля, улучшает качество воздуха в помещении, сокращает синдром болезненной атмосферы в здании, улучшает здоровье жильцов, и способствует производительности работников в коммерческих зданиях.

## **Финансовые требования**

Поскольку фасад здания является неизбежным компонентом здания, финансовые требования зависят от выбора фасадной системы. Например, в целом, стоимость цельной стены ниже, чем застекленной системы. Однако, это может оказаться не совсем верно для элитных легких и суперизолированных оболочек зданий из многослойных панелей (обычно состоящих из двух алюминиевых листов и прослойки из стеклянной ваты), которые стоят между S\$300-S\$450/м<sup>2</sup> в Сингапуре (*DLS*, 2009). Это примерно удваивает стоимость системы двойных рам из стекла с низкой излучательной способностью, которая колеблется от S\$180/м<sup>2</sup>-S\$200/м<sup>2</sup> (*DLS*, 2009).

Также, здания с большими площадями застекленных фасадов более сложных систем, таких как фасады с двойными оболочками, открывающимися окнами из тройных рам, фотохромовым стеклом, или наэлектризованным застеклением, требуют очень высоких инвестиционных затрат. Стоимость может вдвое или втрое превосходить стоимость фасада здания с высоким соотношением между площадью стен и окон и стекла с низкой излучательной способностью.

Затраты на обслуживание и очистку застекленных систем выше по сравнению с затратами на обслуживание цельных стен. Начальные инвестиции на системы с использованием покрытия из TiO<sub>2</sub> на внешней поверхности фасадных систем могут помочь сократить затраты на обслуживание и очистку, особенно, в случае застекленных систем.

## **Практический пример**

### ***Комиссия по ценным бумагам, Куала-Лумпур, Малайзия:***

8-этажное административное здание с местами общественного пользования и кондиционируемой площадью 48500м<sup>2</sup>. У здания двойной фасад и вентилируемое полое пространство. Внешняя оболочка застекленной системы – окрашенное в зеленый цвет стекло с низкой излучательной способностью толщиной 12 мм. Внутренняя оболочка – окрашенное в зеленый цвет стекло толщиной 8 мм с перфорированными роликовыми шторами. 800-мм полое пространство между двумя оболочками можно поддерживать, используя горизонтальные стальные решетчатые настилы. Горизонтальные стальные решетчатые настилы сконструированы таким образом, что они могут использоваться как солнцезащитные устройства в отношении находящегося под ними внутреннего остекления. Фасадная система с двойным остеклением служит не только климатическим буфером в отношении внешних температур, но и позволяет видеть, что происходит на улице, не позволяя, при этом шуму дорожного движения проникать внутрь. Фасадная система с двойной оболочкой способствует снижению нагрузки, связанной с кондиционированием воздуха. Здание получило премию *Asian Energy Award* 2001 года.

### **Здание Национальной библиотеки, Сингапур:**

Это здание представляет собой 16-этажную библиотеку с подвалом на 3 уровнях. Его общая площадь 58783 м<sup>2</sup>, на которой располагается библиотека, драматический центр, образовательный центр и осуществляется значительная общественная деятельность. Здание было спроектировано с биоклиматическим подходом. Его высокоэффективный фасад – это результат использования принципов целостного дизайна с учетом пространственной ориентации, соотношения площадей стен и окон, выбора фасадной системы и солнцезащитных устройств. Прежде всего, здание ориентировано на получения максимальной выгоды от его расположения по оси север-юг. Во-вторых, для фасадов солнечной стороны, применяется высокое соотношение между площадью стен и окон, например – 93,5 % для северо-западного фасада. В-третьих, оболочка здания сконструирована таким образом, чтобы минимизировать нагрузку на систему кондиционирования. Система двойного остекления с низким уровнем выбросов используется для двух третей застекленного пространства, выходящего, непосредственно, на солнечную сторону. Кроме того, используются солнцезащитные устройства соответствующей глубины, для того чтобы сократить проникновение солнечного света через стекло и снизить приток тепла через оболочку здания. Таким образом, получается система застекления с максимальной прозрачностью и минимально ярким светом.

**Рисунок 4.5.12: Фасад здания Национальной библиотеки с низким ETTV в Сингапуре включает двойное остекление с соответствующим соотношением между площадью стен и окон и достаточным количеством солнцезащитных устройств**



## **4.6 Технологии использования дневного света**

### **Технология**

Технологии по использованию дневного света применяются для освещения рассеянным дневным светом интерьера зданий. Существует много различных методов и технологий, которые можно использовать для дневного освещения, но в этом разделе рассматриваются три отдельных технологии, которые считаются соответствующими рекомендуемым нормам и очень широко применяются в развивающихся странах. Это – световые полки, световоды и окна в крыше. Они могут использоваться по-отдельности или в комбинации, в зависимости от конфигурации здания и его функций.

**Световые полки.** Световые полки, в самой их простой форме – это специально разработанные светозащитные устройства, помещаемые в верхнюю часть окон/застекления фасадов выше уровня глаз. Когда естественный солнечный свет падает на световые полки, он отражается их поверхностями на потолок, что позволяет избежать эффекта яркого света, и, отражаясь от потолка (в районе окон), распространяется далее внутрь помещения. Для повышения эффективности, верхняя поверхность световых полок часто красится в яркий цвет, либо же на нее наносятся светоотражающие материалы, например, отражающая нержавеющая сталь, или даже зеркальное покрытие.

**Окна в крыше.** Окна в крыше часто располагаются на верхней горизонтальной плоскости зданий, позволяя проникать свету и принося его, в виде естественного освещения, внутрь здания от крыши или любой другой, хорошо освещенной дневным светом, горизонтальной плоскости зданий.

**Световоды.** Световод состоит из внешнего прозрачного купола, отражающей металлической трубки и диффузора, который устанавливается на потолке. Купол собирает и усиливает дневной свет из внешнего пространства, передавая его через внутреннюю отражающую металлическую трубку к диффузору, который, в свою очередь, распространяет рассеянный дневной свет в пространстве под ним, т.е. внутри помещения.

**Рисунок 4.6.1: Световая полка, окно в крыше и световод**



Световая полка



Окно в крыше



Световод

## Стадия развития

Эти три технологии использования дневного света являются апробированными технологиями. Разработка опытного образца переходит от стадии устройств со статическими характеристиками к стадии действующих «умных» устройств, которые могут направлять свет на более длинные расстояния.

**Световые полки.** Статические световые полки – это, обычно, фиксированные солнцезащитные устройства. Эти технологии апробированы и широко применимы. Передвижные световые полки управляются механически или сенсорно с отслеживанием угла падения солнечных лучей в различное время суток и в различные сезоны года. Они разработаны для того, чтобы обеспечить распространение дневного света внутри здания, защищая, при этом, пространство рядом с окнами от нежелательно жарких и ослепляющих прямых лучей летнего солнца.

**Окна в крыше.** Окна в крыше состоят из застекления (часто изолированного), обрамленного алюминиевыми рамами. Окна в крыше можно рассматривать как крыши, поскольку они подвергаются воздействию внешних погодных условий, таких как интенсивный солнечный свет и большие объемы

дождевой воды. Однако, благодаря своей долгой истории использования, технология преодолела проблемы протечки воды и ущерба, наносимого градом, звуков дождя, и других проблем, связанных с передачей тепла. Ультрасовременные технологии включают использование наэлектризованного застекления, внешних и внутренних датчиков освещения для контроля за количеством и качеством естественного освещения внутри здания. Современные окна в крыше включают гелиостатические панели для слежения за солнечным светом с целью повышения эффективности системы освещения. В начале и в конце дня, когда солнце находится низко над горизонтом, гелиостат настраивается на положение солнца так, чтобы ловить и отражать свет через окно в крыше. Когда солнце светит слишком ярко, гелиостатические панели могут располагаться так, чтобы блокировать лучи солнца, и отражать рассеянный свет, для чего на обратной стороне отражающей панели нанесен светоотражающий материал.

**Световоды.** Основная цель и преимущество световодов заключается в том, чтобы накапливать солнечный/дневной свет, используя небольшое пространство на крыше, и посылать усиленный свет внутрь здания. Ультрасовременные световоды используют волоконную оптику для сокращения потерь света при его передаче и удлинении расстояния, на которое он передается (например, в многоэтажном здании).

### **Основные эксплуатационные характеристики**

Технологии использования дневного света применимы во всех климатических зонах. Их использование может быть особенно эффективным в регионах с умеренным климатом, где световой день зимой короткий. С точки зрения функциональности применения этих технологий, они больше подходят для мест, где определенная степень колебания интенсивности освещения является менее заметной и приемлемой для пользователей, таких общественных мест как, атриумы, розничные магазины, автостоянки, и т.д. (BCA, 2007). Что касается функциональности их применения в местах, где требуется постоянный уровень освещения, таких как лаборатории и офисы, технологии дневного освещения могут использоваться вместе с искусственным освещением, чтобы сократить энергопотребление на цели освещения.

Чтобы повысить эффективность дневного освещения интерьеров, технологии дневного освещения могут использоваться в сочетании с поверхностями полов, стен и потолков помещений, имеющих высокий коэффициент светоотражения. Как показывает опыт, коэффициент отражения стен превышает 50 %, а потолков – составляет 80 % или выше (Андер (Ander, 2008)). Поскольку светоотражающие материалы и застекление чувствительны к грязи (которая может резко сократить их эффективность), их необходимо регулярно обслуживать и очищать.

**Рисунок 4.6.2: Светоотражающая внутренняя отделка помещения, улучшающая эффективность дневного освещения на станции Зуойинг (Zuoying), город Гаосюна (Kaohsiung), Тайвань**



Световые полки могут иметь различные формы и устанавливаться в различных положениях на фасаде. Например, они могут быть: интегрированы с солнцезащитными устройствами снаружи и перед фасадом; рассеивающими светоотражающими жалюзи в промежуточном пространстве фасадных систем из двойных рам; или находиться в помещении. При внешней установке, материалы световых полок и их конфигурации должны быть такими, чтобы не создавать яркий свет для соседних зданий. Также важно не стараться использовать световые полки по максимуму за счет других экологических средств и устройств. Например, чтобы не нарушить тепловой комфорт вследствие притока тепла в жаркие дни, окна, а значит и световые полки, не должны устанавливаться на западном фасаде.

**Рисунок 4.6.3: Рассеивающие свет отражающие жалюзи, установленные в фасадной системе с двойным застеклением**



Окна в крыше более всего подходят для регионов с умеренным климатом, где зимние дни короткие, а приток тепла летом менее серьезен по сравнению с регионами с жарким климатом. Технологии часто рассматриваются как неподходящие для регионов с жарким климатом вследствие того, что окна в крыше приносят внутрь здания, как солнечный свет, так и тепло. Однако, если стратегически рассчитать площадь окон и расположить их в затененных местах крыши, при этом правильно использовать систему двойных рам, то эти окна могут обеспечить зданиям существенные преимущества в плане энергосбережения.

**Рисунок 4.6.4: Окна в крыше пропускают дневной свет в интерьер здания в терминале 3 аэропорта Чанги (Changi), Сингапур**



**Световые трубки** подходят для всех климатических условий благодаря использованию новой технологии, позволяющей преодолеть многие недостатки окон в крыше. Во-первых, благодаря компактному размеру, световые трубки можно с успехом использовать для решения вопроса притока тепла и потенциальной проблемы протечки воды, что характерно для окон в крыше. Во-вторых, световые трубки, реже ломаются. Кроме того, при использовании световых трубок нет визуальной связи между внутренней и внешней средой, и таким образом, они предпочтительны для применения в помещениях, где необходимо обеспечить высокую степень безопасности и частной жизни.

### **Статус выполнения и проникновение на рынок**

Световые полки и окна в крыше широко используются в развитых и промышленно развитых странах. Их рассматривают как общепринятые нормы проектирования, они любимы профессионалами-дизайнерами и пользователями зданий за их психосоматические преимущества, связанные с естественным освещением зданий. С другой стороны, световоды, имеют низкий статус проникновения на рынок. Это связано с тем, что они представляют относительно новую технологию и застройщики рассматривают их как механические устройства и нечто второстепенное. Их зачастую не реализуют в связи с попытками оптимизировать стоимость и снизить затраты на более поздней стадии разработки проекта.

Все три технологии использования дневного света обладают высоким потенциалом на рынке развивающихся стран. Они демонстрируют высокий уровень восприятия, потому что принцип использования естественного освещения в интерьерах зданий можно найти в большинстве традиционных технологий строительства во всем мире.

С точки зрения влияния климата на их использование, можно сказать, что в регионах с умеренным климатом высоким рыночным потенциалом обладают окна в крыше вследствие того, что они обеспечивают хорошее проникновение естественного дневного света в интерьеры зданий в течение долгих зим с их короткими световыми днями. Аналогично, световые полки обладают высоким потенциалом в тропических и субтропических регионах, где могут обеспечивать дневное освещение глубоких интерьеров зданий, предотвращая, при этом, слепящий свет в районах окон. Световоды, с функциональной точки зрения, имеют потенциальный рынок в урбанизированных регионах, поскольку они не требуют большого пространства крыш и могут передавать свет через несколько этажей.

### **Возможность реализации**

Поскольку технологии использования дневного света присутствуют на рынке в течение долгого времени, технический аспект их выполнения может быть обеспечен большинством регионов и на большинстве рынков. Для их широкого распространения требуется институциональная поддержка, в том числе соответствующие регламенты, которые должны быть разработаны местными властями в отношении планирования и строительства. Эти регламенты должны включать, но не ограничиваться:

1. Соответствующий интервал между зданиями в соответствии с высотой здания
2. Аспекты безопасности, связанные с использованием технологий использования дневного освещения
3. Предотвращение проникновения ослепляющего света и отражение его световыми полками на близрасположенные соседние здания.

Также очень желательно, чтобы местные строительные нормы и правила (стандарты) сопровождалась руководящими принципами по дизайну дневного освещения и методологии его расчета, как это сделано, например, в индийских стандартах *Standards-SP-41* (Бюро индийских стандартов, 1987).

Для крупномасштабного развертывания этих технологий в регионах, где технологии использования дневного света обычно не используются, необходимо провести научные исследования и укрепить потенциал местных профессионалов в сфере строительства. Научные исследования служат платформой для сбора данных и технологического развития на местах, особенно в области солнечного освещения и оценки дневного света. Эти данные помогут практикам в выборе наиболее подходящих технологий использования дневного света и проектировании систем для крупномасштабной реализации.

Укрепление потенциала также необходимо в области инструментария для проектирования и анализа для проектировщиков (например, методы рисования вручную, компьютерное моделирование дизайна дневного освещения, а также его воздействие на тепловые характеристики зданий), методы монтажа для местных рабочих-строителей, и правила технического обслуживания для владельцев зданий и персонала управления инфраструктурой.

### **Вклад в социальное, экономическое и экологическое развитие**

Технологии дневного освещения позволяют экономить потребление энергии путем сокращения искусственного освещения, а также тепла, вырабатываемого таким освещением. Согласно оценке Совета по «зеленому» домостроению США (2008), путем надлежащего использования дневного освещения зданий можно получить от 50 % до 80 % экономии за счет снижения энергии, используемой для целей освещения (USGBC и др. (*USGBC*, 1996)). В тропическом городе Бангкоке, высокий потенциал использования дневного света, при соответствующем дизайне, может использоваться для освещения типового офисного здания 95 % времени его использования. (Таначайкан и др. (*Tanachaikhan et al.*, 2009)). Такая экономия энергии позволит сократить эксплуатационные затраты для владельца здания, а также снизить выбросы ПГ.

В дополнение к вышеизложенному, технологии дневного освещения дают возможность пользователям зданий чувствовать связь с динамикой светового дня. Такое улучшение в естественном освещении положительно сказывается на психологическом здоровье пользователей зданий и «оказывает большое влияние на их работоспособность и чувство благополучия, что приводит к увеличению производительности их труда» (Хослейден Hausladen и др. (*Hausladen et al.*, 2005)).

В этой связи, технологии использования дневного освещения являются не только возможностью для снижения отрицательных последствий изменения климата в хорошем, экономическом, смысле, но и позволяют пользователям зданий испытывать чувство комфорта.

### **Финансовые требования**

Продукты и затраты на их монтаж изменяются в соответствии с технологиями использования дневного освещения, конфигурацией дизайна, типом материалов (например, каркас из анодированного алюминия, каркас с покрытием из порошкового алюминия, каркас из древесины, стекла, и т.д.), и количеством используемых материалов.

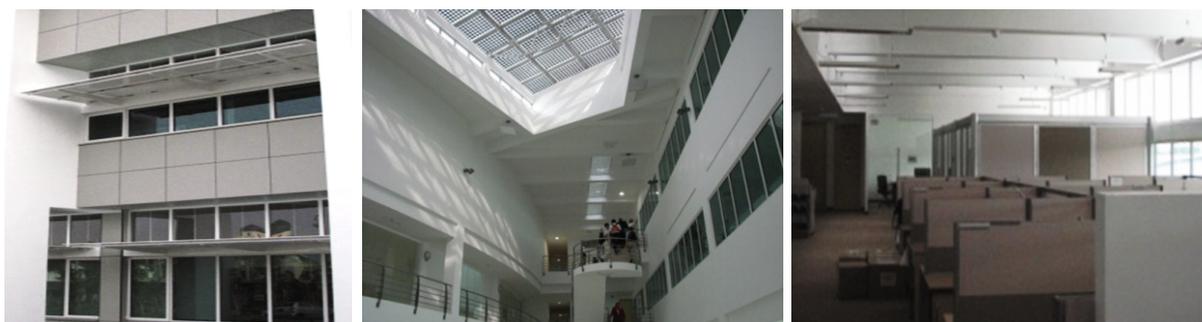
Внешние статические световые полки можно считать наиболее конкурентоспособной по стоимости технологией, вследствие ее простоты, и того, что они могут также использоваться, как солнцезащитные устройства. В простейшем варианте, световые полки требуют лишь правильного выбора соответствующих светоотражающих материалов, чтобы отражать дневной свет, направляя его внутрь здания. Окна в крыше являются более дорогостоящими вследствие сложности их устройства и необходимости точного подбора материалов для обеспечения безопасности и водонепроницаемости. Световоды являются готовыми к установке продуктами, поэтому их цены более предсказуемы. В Восточной Европе, например, цены световодов могут колебаться от, приблизительно, US\$150 за штуку (не самый эффективный) до более чем US\$600 плюс затраты на установку.

Для всех трех технологий использования дневного освещения требуется регулярная очистка устройств. Это особенно относится к более пыльным средам, где обслуживание должно проводиться через более короткие интервалы времени с тем, чтобы технологии могли выдавать свой ожидаемый результат.

### Практический пример

Офисное здание с нулевым потреблением энергии (*ZEO*) в Пусат Тенэга (*ZEO*), Малайзия, расположенный на 40 км к югу от Куала-Лумпур, может служить очень хорошей демонстрацией использования технологий дневного освещения. В то время как световые полки с зеркальным верхом используются на фасаде зданий, центральный атриум освещается дневным светом посредством большого окна в крыше, снабженного солнечной батареей, а помещения глубоко внутри офисных этажей освещаются световодом/обратным отражением. Когда интенсивность дневного света падает до недостаточного для офисных целей уровня, подключается «умная» энергосберегающая система искусственного освещения и подсветка на светоизлучающих диодах. При использовании целостного дизайнерского решения, объединяющего все три технологии дневного освещения, дневной свет становится главным источником освещения (нацеленный на показатель в 100 %) в дневное время суток, что в значительной степени способствует обеспечению нулевого потребления энергии зданием.

**Рисунок 4.6.5: Световая полка, окно в крыше и световод в офисе с нулевым потреблением энергии в Пусат Тенэга, Малайзия**



Световые полки с зеркальной поверхностью и окно в крыше над центральным атриумом Офиса, освещаемым световыми полками (справа) и, световод на потолке (слева)

## 4.7 Высокоэффективное отопление, вентиляция и системы кондиционирования воздуха

### Технология

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (*HVAC*) поставляют свежий воздух и обуславливают температуру и влажность воздуха внутри здания. По имеющейся информации, *HVAC* являлись основными пользователями энергии (37 %) в американских зданиях (*WBCSD*, 2008), в Китае доля энергопотребления коммерческими зданиями в 2000 году составила 59 % (Левин и др. (*Levine et al.*, 2007)). Поэтому, *HVAC* являются ключевым компонентом в потенциале смягчения последствий изменения климата в строительной отрасли.

Системы *HVAC*, обычно, состоят из компонентов, обеспечивающих фильтрацию, нагревание, охлаждение и распределение кондиционированного воздуха в соответствующие пространства. В системе *HVAC* работает принцип: «целое – больше, чем сумма его частей». Это означает, что высокая эффективность работы одного компонента может обеспечиваться за счет других. В качестве примера можно рассмотреть две категории систем *HVAC*: системы высокого и низкого давления. Системы высокого давления обеспечивают высокую скорость прохождения воздуха – от 10 до 25 м/сек через систему воздуховодов. Воздуховоды этих систем меньше и требуют меньше пространства для размещения этой системы, однако им нужно больше энергии для вентиляторов, разгоняющих воздух. Высокая скорость воздушного потока должна снижаться на выходных отверстиях во избежание получения на выходе сильного воздушного потока, который причинял бы дискомфорт пользователям в виде сквозняка. Системы низкого давления проводят поток подаваемого воздуха на низких скоростях и требуют большего пространства для воздуховодов. В этом случае, эффективность системы *HVAC* зависит от подбора и интегрирования ключевых компонентов в соответствии с требованиями конкретного здания.

Как уже было сказано, эффективность систем *HVAC* обеспечивается путем оптимального подбора и интеграции ключевых компонентов *HVAC*. Эти ключевые компоненты, или подсистемы, обеспечивают нагревание, охлаждение и вентиляцию. Они постоянно модернизируются в технологическом плане с тем, чтобы улучшить их эффективность.

### **Системы отопления:**

Котлы обычно используются для получения горячей воды или пара с использованием угля, дизельного топлива или природного газа. У обычных котлов, т.е. литых из чугуна или стальных с водогрейными трубками, коэффициент полноты сгорания равен 78 - 86 %, у более нового поколения конденсационных котлов – 96%. Конденсационные котлы обычно работают на природном газе, являющимся менее загрязняющим источником энергии. Они более эффективно извлекают тепло из дымовых газов, и более эффективно работают при неполной нагрузке (Грэхэм, (*Graham*, 2009)).

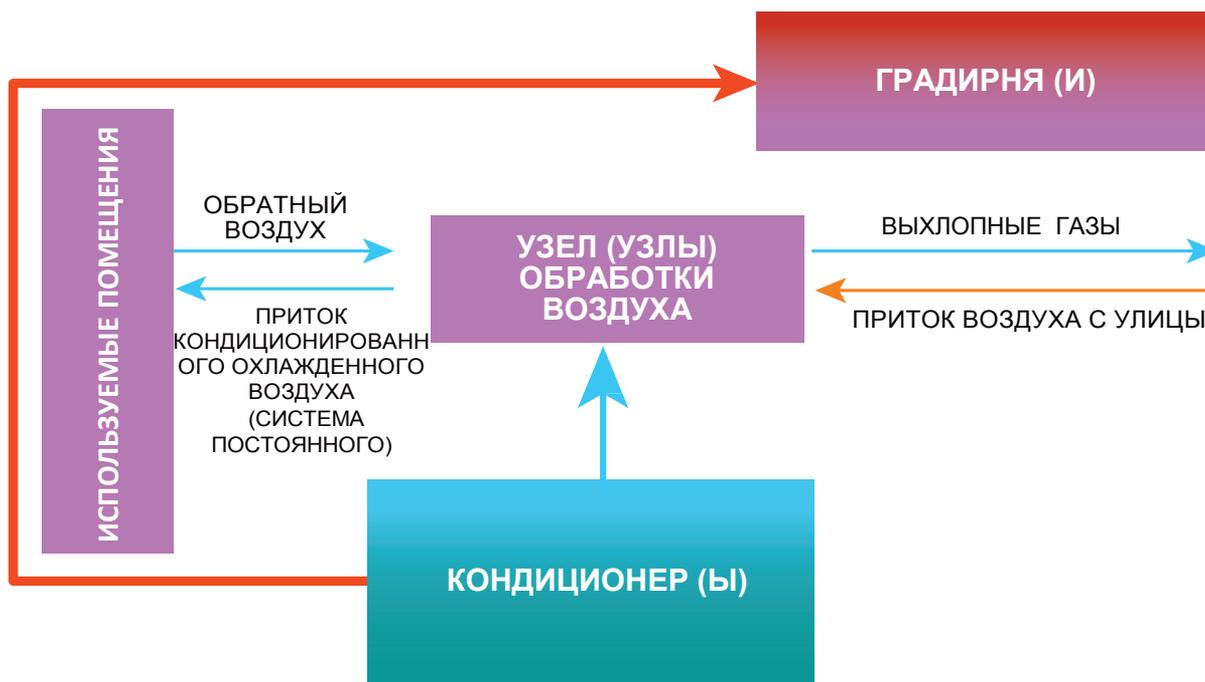
Технологии для тепловых насосов разрабатываются как альтернатива технологиям для котлов, работающих на ископаемом топливе. Технологии направлены на извлечения тепла из более теплых слоев земли, воздуха или подповерхностной воды в течение зимних месяцев, в регионах с умеренным климатом, чтобы поддерживать определенный уровень температуры внутри зданий. В течение летних месяцев, вышеупомянутый цикл переходит в обратную стадию, т.е. тепловой насос направляет более высокую температуру из помещений на улицу, чтобы обеспечить большую прохладу внутри зданий.

**Системы охлаждения:**

Охладители используются для того, чтобы охлаждать воду, которая затем перекачивается в установки кондиционирования воздуха для его охлаждения. Охладители используют процесс механического сжатия или поглощения. Среди механических компрессионных охладителей, самыми эффективными являются охладители с центробежным компрессором большой мощности, которые используются в больших административных зданиях или торговых комплексах. Абсорбционные холодильные установки, с другой стороны, охлаждают воду, используя источники тепла, то есть, газовые горелки или воду высокой температуры вместо того, чтобы использовать электричество для работы компрессоров. Таким образом, абсорбционные холодильные установки позволяют использовать горячую воду, получаемую от термических солнечных установок, для кондиционирования воздуха.

Конденсаторы требуются в системах охлаждения для постоянного удаления отбросного тепла из кондиционируемого пространства. Они могут охлаждаться струёй воздуха или воды. Конденсаторы с воздушным охлаждением используются для небольших помещений, в то время как более эффективные и дорогие конденсаторы с водяным охлаждением – для больших строительных комплексов. Охлажденные водой конденсаторы требуют градирен, обычно располагаемых на крышах зданий, чтобы отклонить высокую температуру от конденсаторов в среду.

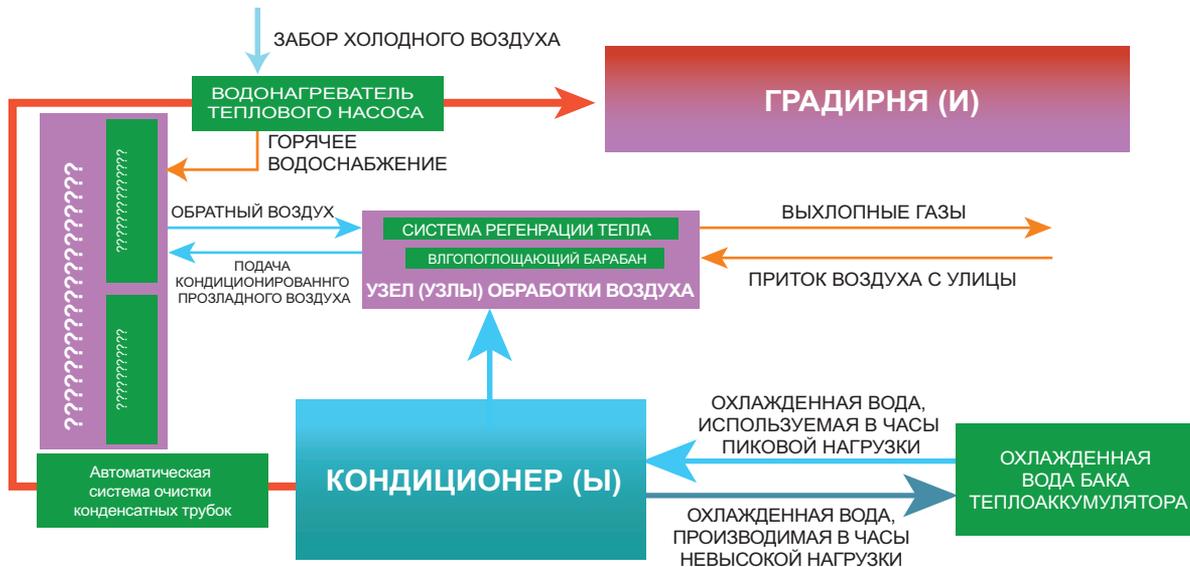
**Рисунок 4.7.1: Диаграмма обычной типовой системы охлаждения и вентиляции**



Регенерация энергии, предусмотренная в механической системе вентиляции, может помочь экономить энергию. Для кондиционируемого воздуха могут применяться вытяжные шкафы с тем, чтобы охлаждать поступающий обратный воздух, прогоняя его через теплообменник вместо того, чтобы выбрасывать его непосредственно на улицу. В тропических регионах, это можно делать для охлаждения поступающего обратного воздуха до температуры, приблизительно 25°C, сокращая, таким образом, использование энергии для целей охлаждения (BCA, 2007). Роторы со слоем осушителя могут просушивать воздух, выполняя, в то же время, роль теплообменника и также могут использоваться в регионах с жарким и влажным климатом в тропическом поясе.

Автоматическая система очистки конденсатных трубок позволяет кондиционерам с водяным охлаждением поддерживать хорошую производительность посредством их постоянной очистки. Система заставляет циркулировать очищающие гидрошары из губки в трубках конденсатора, которые затем промываются в специальном контейнере вихреобразным движением (Гидрошар (Hydroball, 2007)).

**Рисунок 4.7.2: Диаграмма типовой энергоэффективной системы охлаждения и вентиляции**



### **Системы вентиляции:**

Системы с переменным воздушным объемом (VAV) изменяют объем воздуха, всасываемого в помещения, поддерживая, при этом, его постоянную температуру. Эта стратегия отличается от стратегии систем с постоянным воздушным объемом (CAV), которые всасывают постоянный объем воздуха, изменяя, при этом, температуру подаваемого воздуха. Поскольку подаваемый воздух охлаждается централизованно, чтобы удовлетворить запрос на самую низкую температуру, использование системы CAV может привести к тому, что помещения/зоны, где столь низкая температура не требуется, будут охлаждаться сверх меры, что приведет к потере энергии. VAV, напротив, позволяет лучше контролировать температуру в помещениях, и, поскольку вентиляторы могут вращаться с разной скоростью, они могут экономить до 15 % энергии (BCA, 2007).

Вентиляция вытесняющим потоком использует по принципу «теплый воздух поднимается вверх», чтобы обеспечить вентиляцию в кондиционируемом помещении. При вентиляции вытесняющим потоком кондиционированный воздух обычно подается от конструктивной системы фальшпола через ряд регулируемых напольных воздухораспределителей. Воздух в помещении стратифицирован: воздух с более низкой температурой остается в нижней части помещения (где находятся люди, где нужен прохладный воздух), и воздушные потоки более высокой температуры поднимаются к потолку (Грэхэм, (Graham, 2009)). В результате, вентиляция вытесняющим потоком способствует сокращению энергии, используемой для обеспечения более высокой скорости вентилятора, чтобы направлять вниз от потолка охлажденный воздух, как это происходит при использовании обычных воздухораспределителей на потолке. Кроме того, вентиляция вытесняющим потоком может обеспечить тот же уровень комфорта при значительно более высокой температуре приточного воздуха, то есть, около 18°C, по сравнению с приблизительно 13°C при использовании обычной системы вентиляции (Левин и др. (Levine et al., 2007)).

**Рисунок 4.7.3: Вентиляция вытесняющим потоком**



### **Основные эксплуатационные характеристики**

Высоко эффективные системы *HVAC* требуют больших усилий на стадии проектирования в плане координации, подбора, и дизайна наиболее подходящих компонентов *HVAC*, с тем чтобы они вписывались в конкретный контекст и уникальные параметры здания.

**Контроль зоны** – первая и самая легкая стратегия проектирования эффективной системы *HVAC* (включая нагревание и охлаждение). Везде, где это возможно помещения/комнаты здания должны быть разделены на закрытые помещения меньшего размера, и каждое из них должно иметь собственный термостат, механизированный увлажнитель и систему управления. Таким образом, пользователи имеют возможность корректировать комнатную температуру индивидуально, в соответствии с их ощущением теплового комфорта. По оценкам, применение зонального контроля в коммерческом здании в Сингапуре может сократить потребление энергии на 25 % (*DLS*, 2009).

**Надлежащие габаритные размеры компонентов.** Это – простая, но трудно реализуемая концепция. Обычная практика инженеров-механиков и инженеров-электриков заключается на определении габаритов по наихудшему сценарию при одновременных нагрузках, например: худшая погода, самые большие нагрузки на осветительную аппаратуру, полное заполнение людьми, и так далее. Однако, в последние годы, эмпирические данные научных исследований в области строительства показывают, что крупногабаритное оборудование работает менее эффективно и стоит дороже. Предлагается «планировать возможность расширения, но не доводить его до заданного размера». (Грэхэм, 2009)

**Местоположение воздухозаборных устройств** необходимо тщательно продумывать и размещать подальше от любого (потенциального) загрязнения и запаха, например, от гаража в подвале дома или в непосредственной близости от точек сбора мусора. Также не желательно располагать воздухозаборники вблизи устройств, откачивающих воздух. Таким образом, поступающий в системы *HVAC* воздух будет свежим и хорошего качества.

**Изменение максимальной нагрузки в системах охлаждения**, с тем чтобы использовать непииковое, в плане использования электричества, ночное время или солнечную энергию в течение дня для

генерирования тепловой энергии, например, в виде льда или охлажденной воды. Эта тепловая энергия будет сохраняться и использоваться для кондиционирования воздуха в течение пиковых нагрузок на системы охлаждения/отопления. Это приведет к снижению максимального спроса на электричество и сократит затраты на производство электроэнергии.

**Доставка тепла по системе обогрева** в конкретные помещения основана на двух общепринятых методиках: жидкостной и воздушной. В жидкостной системе обогрева, нагретая вода качается из котла по трубам, проходящим сквозь плиты перекрытия и/или стены по всему зданию. Тепло излучается от горячей воды и нагревает жилые помещения. Преимуществами этих систем является тишина и равномерное распределение тепла.

В системах с принудительной прокачкой горячего воздуха, нагретая вода проходит через вентиляторный теплообменник, нагревая его. Воздух внутри здания прокачивается через теплый теплообменник. Наконец, подогретый воздух доставляется в используемые помещения. Распределители теплого воздуха рекомендуют располагать на полу или на нижней части стены используемых помещений. Воздухораспределители, располагаемые на потолке, должны толкать теплый воздух вниз, преодолевая сопротивление естественной плавучести более холодного воздуха, на что требуется дополнительная энергия для ускорения вентиляторов, что приводит к движению теплого воздуха до уровня, где находятся люди.

### Статус выполнения и проникновение на рынок

Глобальный спрос на общее оборудование *HVAC*, по имеющейся информации, увеличивался на 6,2 % ежегодно составив к 2010 г. US\$93,2 млрд. В Азиатско-тихоокеанском регионе ожидается, что рост спроса превзойдет средне-мировой уровень за счет роста рынка Китая, составляющий, приблизительно, 40 % глобального роста спроса (Freedonia, 2010).

С ростом затрат в строительном секторе и более высокими доходами на душу населения, высокий рыночный спрос на *HVAC* прогнозируется также в Индии, который будет расти темпом, опережающим средне-мировой. С ростом международного спроса, у высоко эффективных систем *HVAC* есть хорошие перспективы на рынке. Кроме того, возрастающие цены на нефть и электричество, наряду с повышающим уровнем информированности общества в вопросах энергосбережения, будут подталкивать спрос, помогая этому оборудованию занять значительную долю рынка.

МГЭИК также отмечает тенденцию повышения спроса на кондиционирование воздуха в частных квартирах и домах в развивающихся странах, который еще более высок в развитых странах (Левин и др. (*Levine et al.*, 2007)). Эта тенденция, очевидно, прослеживается в росте производства оборудования для кондиционирования воздуха – с 35,8 млн единиц в 1998 до 45,4 млн единиц в 2001, что составляет увеличение в 26 % (МГЭИК/ *TEAP* (Группа экспертов по экономической оценке), 2005).

Хотя централизованные абсорбционные холодильные установки требуют более высоких инвестиционных затрат, их проникновение на рынок, по имеющейся информации, составляет одну пятую рынка *HVAC* в Китае. Это намного выше чем в США, где они составляют, приблизительно, 1 %. Это связано с тем, что в Китае, во многих зданиях и на производственных предприятиях, уже имеются дизельные генераторы и резервуары для ГСМ, которые позволяют решать проблемы отключения электричества. Поэтому, в экономическом смысле, владельцам зданий проще устанавливать абсорбционные холодильные установки, чем оборудование, работающее на электричестве (Брадшер (*Bradsher*, 2010)).

По информации МГЭИК, представленной в Четвертом оценочном докладе, вентиляция вытесняющим потоком широко распространена в Северной Европе, а именно, 50 % новых промышленных зданий и 25 % новых административных зданий на скандинавском рынке. Однако, показатель использования в Северной Америке намного ниже, а именно, он составляет менее 5 % использования в новых зданиях.

### **Возможность реализации**

Укрепление потенциала, местные строительные нормы и правила, касающиеся *HVAC*, а также поддержка роста энергетических сервисных компаний, *ESCO* (см. раздел 4.16) – это три основных элемента, направленные на то, чтобы сделать высокоэффективные системы *HVAC* и их подсистемы более реализуемыми в крупных масштабах, особенно в контексте развивающихся стран.

Как указано в разделе «Требованиях к реализации», одним из главных барьеров для реализации высокоэффективных систем *HVAC* является установка крупногабаритных систем, что приводит к неполным нагрузкам большую часть времени. Для того чтобы вырваться из порочного круга, созданного обычно используемой практикой, необходимо проводить учебные семинары с целью повысить уровень профессиональных знаний. Кроме того, хорошим катализатором могут послужить разработанные на соответствующем уровне демонстрационные проекты зданий, оборудованных высокоэффективными системами *HVAC* и показывающие реальные данные по энергосбережению и тепловым характеристикам систем кондиционирования.

Включение в строительные нормы и правила минимальных характеристик служит институциональной базой для разработки и установки в зданиях более эффективных систем *HVAC*. Примером хороших стандартов является Американское общество отопления, охлаждения и кондиционирования воздуха (*ASHREA*), которое также подготавливает руководящие принципы по разработке дизайна и монтажу высокоэффективных систем *HVAC*.

Поскольку системы *HVAC* рассматриваются как основной энергопотребляющий компонент в зданиях, повышение их энергоэффективности является главной сферой бизнеса для многих компаний *ESCO*. Поэтому, поддержка развития *ESCO* и подрядных компаний в сфере энергетического бизнеса будет способствовать созданию высокоэффективных систем *HVAC*.

### **Продвижение социального, экономического и экологического развития**

Вследствие высокого уровня потребления энергии, высокоэффективные системы *HVAC* способствуют экономическому и экологическому развитию. Прежде всего, по имеющейся информации, их потенциал энергосбережения составляет 30 - 40 % от общего объема энергии, потребляемой обычными системами *HVAC*, что способствует значительному сокращению выбросов ПГ в строительной отрасли. Кроме того, такая экономия может вылиться в существенные сбережения при оплате счетов за электроэнергию для владельцев зданий и/или арендаторов. При надлежащем правительственном контроле и поддержке, фирмы *ESCO* могут добиться процветания в этой сфере, что, в свою очередь, будет стимулировать рыночный спрос и разработку высокоэффективных систем *HVAC*.

Высоко эффективные системы *HVAC* снабжают более чистым и лучшим по качеству воздухом внутренние помещения здания благодаря тщательно продуманному расположению воздухозаборов, автоматическим системам очистки трубок конденсатора и излучателям УФС. В свою очередь, это способствует улучшению условий жизни и работы, сокращению синдрома болезненной атмосферы в здании, и улучшению комфорта и производительности труда.

## Финансовые требования

Поскольку высокоэффективные системы *HVAC* могут различаться, в зависимости от характера зданий, их финансовые требования также различаются. Если высокоэффективные системы *HVAC* разрабатываются на стадии проектирования, дополнительные инвестиционные затраты, зачастую, могут быть минимальными благодаря тому, что стоимость оборудования сокращается за счет правильного определения габаритов (исключение чрезмерности).

Дополнительные инвестиционные затраты иногда бывают необходимы для дополнительных подсистем *HVAC*, например, при установке автоматической систем очистки конденсатной трубки, большой площади, занимаемой трубами или создание систем для хранения льда. В целом, более высокие инвестиционные затраты на создание высокоэффективных систем *HVAC* возмещаются за счет экономии энергии и сокращения затрат на их обслуживание. Например, в Северной Америке обычный период окупаемости для системы, обеспечивающей 30%-ое сокращение энергопотребления, составляет приблизительно 3-5 лет (Грэхэм, 2009). Ниже представлены некоторые ориентировочные инвестиционные затраты для высокоэффективных подсистем *HVAC* в Сингапуре:

1. Абсорбционная холодильная установка с мощностью 1 мВт стоит, приблизительно, S\$315000; 2 мВт стоят S\$501000; 3 мВт стоят 783000 ; и 4 мВт стоят приблизительно S\$1061000.
2. Холодильная установка с регулируемым приводом на 1.5 кВт стоит, приблизительно, S\$922, 5 кВт – S\$1500, 10 кВт – S\$2000, 22 кВт – S\$3200, а двигатель на 30 кВт стоит S\$3600. Период окупаемости составляет, приблизительно, один год или меньше.

## Практический пример

### **Здание Министерства энергетики, водоснабжения и коммуникаций, Малайзия:**

Здание известно как энергосберегающий офис (*LEO*), его кондиционируемая площадь составляет 17000м<sup>2</sup>. Высокоэффективная система кондиционирования воздуха достигается за счет следующих ключевых подсистем:

1. Зонирование для ограниченного охлаждения и управляемости в соответствии с количеством находящихся на данной площади людей и необходимой нагрузкой.
2. Доводчики системы с переменным расходом воздуха (*VAV*) и приводы с регулируемой скоростью (*VSD*) устанавливаются для того, чтобы поддерживать зонирование потребностей в охлаждении.
3. Также используются датчики регулятора комнатной температуры, чтобы лучше контролировать потребности в охлаждении.
4. Датчики CO<sub>2</sub> устанавливаются для контроля количества приточного свежего воздуха с тем, чтобы максимизировать энергоэффективность и качество воздуха в помещении.
5. Блок с рекуперацией тепла из воздуха используется для охлаждения приточного свежего воздуха и сокращения нагрузки на систему охлаждения.
6. Электронные воздухоочистители используются для поддержки эффективности системы очистки воздуха, улучшения качества воздуха в помещении, и сокращения энергетических потерь в связи с накоплением пыли.

В результате, нагрузка на систему охлаждения составляет 64 кВт.ч/м<sup>2</sup>/год, по сравнению с 120кВт.ч/м<sup>2</sup>/год в обычном здании, что означает энергосбережение на уровне, почти 50 %.

## 4.8 Эффективные системы освещения

### Технология

По имеющимся оценкам, на цели освещения потребляется 21 % всей энергии, используемой в зданиях (Левайн и др. ), и, приблизительно, 17,5 % от мирового потребления электричества (, 2010). Изменение рынка в пользу энергосберегающих альтернатив сократит потребности в электричестве на цели освещения, приблизительно, на 18 % во всем мире (ЮНЕП, 2009). Поэтому, эффективные системы освещения – это одна из самых важных мер по смягчению последствий изменения климата в строительной отрасли. Эффективные технологии освещения включают энергосберегающие лампы, ПРА и осветительную арматуру. Требования к установке эффективной системы освещения включают комбинирование с естественным дневным светом, зональный контроль, пользовательский контроль, и двухконтурную цепь освещения.

Технологии, используемые в современных лампах для излучения искусственного освещения, включают тепловые излучатели, разрядные лампы и электролюминесцентные излучатели. Тепловые излучатели, такие как лампы накаливания и галогенные лампы, являются, в целом, энергосберегающими. Лампам, излучающим свет путем теплового излучения, необходима энергия для нагревания материала до высоких температур для излучения света. Поэтому, помимо излучения света в видимом диапазоне спектра, в окружающую среду излучается большое количество радиации в виде тепла и излучения с другими длинами волн. Газоразрядные лампы (например, люминесцентные) производят свет путем электрического разряда в газовой среде и парах. Они более энергоэффективны, чем лампы накаливания. Например, компактная лампа дневного света (CFL) преобразует около 25 % энергии в видимый свет, в то время как лампа накаливания преобразует только 5 % используемой энергии, в видимый свет, а 95 % излучаются в виде тепла (ЮНЕП, 2009)

Рисунок 4.8.1: Энергосберегающие лампы



Флуоресцентные лампы



Светодиодные лампы

Электролюминесцентные излучатели, используемые в светодиодах (LED), также являются энергосберегающими. LED работает на полупроводниковых схемах для преобразования электрического тока в свет. Эта технология, по меньшей мере, в десять раз эффективнее ламп накаливания.

Таблица 4.8.1: Сравнение обычно используемых ламп

Тип	Лампы	Способы разряда энергии	Основные сферы применения	Энерго-эффективность
Тепло излучатели	Накаливания	Свет, тепло и излучение.	Дома, офисы, заводы, т.д.	НЕТ
	Галогенные		Розница, гостиничный бизнес, т.д.	
Газоразрядные лампы	Компктные флуоресцентные лампы lamps	Свечение в результате электр. разряда в газовой среде или парах.	Дома, офисы, заводы, розница, гостиничный бизнес, т.д.	ДА
	T5 и T8			
Электролюминесцентные излучатели	Светоизлучающие диоды	Преобразование электр. тока в свет.	Дома, офисы, заводы, розница, гостиничный бизнес, т.д.	

Различные типы ламп имеют различные характеристики. Выбор энергосберегающего освещения должен осуществляться с учетом следующих критериев: высокая световая эффективность (люмен/ватт), уменьшение размеров, более долгий срок службы, использование вторсырья, и неиспользование опасных веществ (*DLS*, 2009).

Помимо ламп, энергосберегающее освещение обеспечивается пускорегулирующим аппаратом и источниками света. Пускорегулирующие аппараты способствуют увеличению энергосбережения за счет снижения яркости. Светильники, обычно, делаются из светоотражающих материалов в форме линз, рефракторов, башенок или узких листов, чтобы улучшить светоотдачу путем отражения непрямого света для увеличения яркости при освещении, например, стены, или рабочей поверхности.

**Энергосберегающие лампы.** Есть две группы обычно используемых энергосберегающих ламп: электрический разряд в газе и *LED*. Лампы на основе электрического разряда в газе разделяются на лампы низкого давления и лампы высокого давления. Лампы низкого давления также называются люминесцентными. Их технология включает линейные трубки T5/T8 и *CFL*. Обе технологии являются передовыми с большим энергосберегающим эффектом; они компактны по размерам и имеют длительный срок службы. *CFL* обеспечивают хороший рассеянный свет и часто используются как потолочные и настенные светильники. Они могут также использоваться для освещения рабочего места. Лампы высокого давления, также известны как лампы с высокой интенсивностью разрядов (*HID*), т.е. еще один тип энергосберегающих ламп. Они подходят для освещения больших площадей и для наружного применения. Металло-галогенидные лампы, например, имеют очень высокую световую эффективность и ресурс до замены до 9 000 операционных часов (Хослейден и др.

(*Hausladen et al., 2005*)). Металло-галогенидные лампы *PAR* с керамической дугой – это ламповые приложения хорошо передающие цвет и могущие заменить галогенные лампы для направленного освещения. Одним из недостатков ламп *HID* является то, что им требуется больше времени для включения. Поэтому, они больше подходят для применения в местах, где требуется длительное освещение и где они реже включаются и выключаются.

Лампы *LED* излучают свет в очень узком диапазоне, но могут давать белый свет, который хорош для применения в помещениях повседневного пребывания, например, дома и офисы. Белый свет может получаться за счет комбинирования ламп *LED*, излучающих красный, зеленый и голубой цвета, или голубые лампы *LED* с фосфором (Нельсон (*Nelson, 2010*)). Лампы имеют длительный срок службы в 40000 – 100000 часов работы, в зависимости от цвета. На более ранней стадии развития, лампы имели очень ограниченное применение, такие как указатель выхода и декоративные цели, вследствие низкого индекса цветопередачи и недостаточной эффективности. Однако, технологии ламп *LED* были значительно улучшены, и теперь они имеют широкий диапазон применений – от подсветки ландшафта, освещения рабочего места, подсветки стен, подсветки произведений искусства и как осветительные лампы узконаправленного света.

**Пускорегулирующие** аппараты позволяют улучшить эффективность ламп и продолжительность их жизни, а также сократить потери мощности. Высокочастотные электронные пускорегулирующие аппараты помогают улучшить их визуальное восприятие и снизить усталость глаз. Например, диапазон частот 20 кГц и выше обеспечивает высококачественное немерцающее освещение, позволяющее снизить напряжение зрения (Нельсон (*Nelson, 2010*)). Пускорегулирующие аппараты люминесцентных ламп, снижающие яркость, позволяют сократить потребление энергии, когда не требуется яркое освещение, то есть, в помещениях, когда есть еще дневной свет.

**Осветительная арматура** помогает улучшить эффективность освещения, улучшить его распределение, контролировать яркость света, и в дальнейшем увеличивать эффективность использования энергии. На рынке можно найти различные осветительные приборы, разработанные для целей энергосберегающего освещения для розничного потребления и для целей бизнеса. Примеры энергосберегающих применений светильников:

1. Встраиваемые потолочные светильники имеют круглую форму для использования с лампами *CFL*.
2. Узкие длинные светильники, располагаемые, главным образом, на потолке, имеющие или не имеющие боковые отражатели, обычно используются с лампами *T8*. Они небольшого размера, дешевые, с приглушенным светом. Они более всего подходят для технических этажей, стеллажей, гаражей, и т.д. Могут также использоваться для потолочного освещения рабочего места.
3. Настенные бра устанавливаются в декоративных целях, и могут использоваться для ламп *CFL*. Они могут использоваться в вестибюлях, коридорах, конференц-залах, и т.д.
4. Узкие длинные светильники, дающие отраженный/направленный свет, могут размещаться на потолке или устанавливаться на стене и обычно используются с лампами *T5* или *T8*. В сочетании с яркой поверхностью потолка, светильники отраженного света могут производить мягкий и спокойный визуальный эффект приглушенного света. Узкие длинные светильники, дающие отраженный свет, обычно применяются при высоких потолках, таких как классные комнаты.

**Рисунок 4.8.2: Примеры энергосберегающих светильников**



Встроенный  
Потолочный  
светильник

Узкий  
длинный  
светильник

Настенное  
бра

Нелинейный  
узкий  
длинный  
светильник

### Основные эксплуатационные характеристики

Полная система энергосберегающего освещения включает энергосберегающие лампы, пускорегулирующие аппараты и осветительную арматуру. Существует, по меньшей мере, четыре главных принципа дизайна, которые необходимо учитывать при проектировании энергосберегающего освещения.

**Оно должно использоваться в сочетании с естественным дневным светом.** Искусственное освещение должно использоваться наряду с технологиями использования дневного света (см. Раздел 4.7), прежде всего, для сокращения энергопотребления. Для осветительной арматуры, устанавливаемой на потолке около окон, интервалы между лампами могут быть более длинными. Настольные лампы могут использоваться как дополнительное освещение.

**Зональное регулирование.** Рекомендуется разделить площадь здания на зоны различных уровней искусственного освещения в соответствии с потребностью в нем, и проложить несколько контуров управления в соответствии с этими потребностями. Например, зональное регулирование может сочетать дневной свет в освещаемой зоне в коридоре, или комнате недалеко от окна и зональное освещение с многоконтурным управлением для включения\выключения или понижения яркости в соответствии с уровнем дневного света.

**Рисунок 4.8.3: Зональное регулирование позволяет освещать пространство библиотеки около окна наряду с дневным светом (слева), в то время как пространство подальше от окна освещается CFL**



**Возможность контроля пользователями и датчики движения.** Это требование предусматривает соответствующую прокладку электрических проводов для освещения в административных зданиях, особенно в открытом офисном пространстве. Обычно прокладывается один контур, связывающий воедино много (если не все) светильников в большом пространстве, выводя его на один или два централизованных выключателя. Такой способ эксплуатации приводит к трате энергии впустую и сокращает продолжительность жизни светильников из-за их эксплуатации в малолюдное время. Поэтому, обеспечение возможности гибкого управления пользователями в отдельных рабочих помещениях или малолюдных зонах рабочих помещений позволяет экономить энергию. Можно также установить датчики движения так, чтобы освещение могло автоматически выключаться, когда в данной зоне никого нет.

**Двухконтурная система освещения:** Такая система позволяет отключать время от времени дополнительное освещение, когда не нужен яркий свет. Подходящие области для этого применения включают гаражи, жилые сложные коридоры, и занимающиеся ландшафтным садоводством области. Такие места намного меньше используются после полуночи. Часть ламп может отключаться для экономии энергии. Исследование показывает, что можно добиться экономии потребления электричества в 30 % за счет регулирования освещения, при этом период окупаемости составляет всего лишь, приблизительно, 6 месяцев (BCA, 2007).

## Статус выполнения и проникновение на рынок

Энергосберегающее освещение было в значительной мере усовершенствовано благодаря подтвержденным результатам ситуационных исследований, доказывающих его энергоэффективность и окупаемость инвестиций. По прогнозам *Environmental Leader Insight* (сентябрь 2010), потенциал мирового рынка по энергосберегающему освещению, увеличится с US\$13,5 млрд до US\$32,2 млрд с 2010 до 2015 гг., что означает годовой темп роста в 19 %. Также прогнозируется, что самым сильным рост будет в области освещения коммерческих комплексов с 2010 по 2012 гг. и жилых помещений с 2012 по 2015 гг. Среди различных технологий энергосберегающего освещения, существенно лидирует *LED* с его потенциалом на многолетнюю перспективу, потому что *LED* находится на ранней стадии своего проникновения на рынок при потенциально снижающихся затратах и совершенствующихся технологиях, что ведет к более широкому коммерческому применению (*Pike Research*, 2010).

Рынки технологий энергосберегающего освещения находятся как в развитых, так и в развивающихся странах. В последние годы, рынки энергосберегающего освещения в развивающихся странах существенно выросли по трем причинам. Во-первых, в 2009 г., Глобальный экологический фонд, Программа по охране окружающей среды ООН и партнеры по сектору производства осветительной аппаратуры приступили к осуществлению Проекта по преобразованию мирового рынка оборудования для энергоэффективного освещения (*Global Market Transformation for Efficient Lighting Project*), известного, как инициатива *en.lighten* – Оборудования для энергоэффективного освещения – для стран с переходной экономикой и развивающихся стран. Одна из целей Инициативы состоит в том, чтобы постепенно сократить использование ламп накаливания во всем мире (*en.lighten*, 2009). По имеющимся оценкам, Инициатива позволит экономить 409 тераватт часов/год, или 2,3 % глобального потребления электричества при замене всех ламп накаливания *CFL*). Во-вторых, развивающиеся страны осуществляют программы по продвижению *CFL*, включая их бесплатное распространение. Эти программы зачастую являются частью стратегий развития сельского хозяйства, особенно в африканских странах, Индии и Китае. Программа по *CFL* Эфиопии, как показывает ситуационное исследование приведенное ниже, является демонстрацией таких программ. В-третьих, затраты на *CFL* и *LED* были значительно снижены за последние годы. Например, в южно-азиатских странах,

стоимость *CFL* понизилась, в среднем, с US\$12 в середине 90-ых до, в среднем, US\$3-5 в 2008 г. (Госвами и др., 2010).

### **Возможность реализации**

Технологии энергосберегающего освещения входят в число наиболее осуществимых в крупном масштабе технологий. Это связано с их меньшей инвестиционной стоимостью, легкой и не вызывающей затруднений установкой, и тем, что они необходимы в повседневной жизни. При таких характеристиках, технологии энергосберегающего освещения могут осуществляться как по принципу «снизу-вверх», так и наоборот. При подходе «снизу-вверх» отдельные владельцы зданий/домов могут принять решение объединиться и использовать энергосберегающее оборудование для освещения с небольшими для каждого инвестиционными затратами, которые окупятся путем сбережения энергии в виде оплаты ее стоимости. Решению

перейти на систему энергосберегающего освещения с подходом «снизу-вверх» могут способствовать соответствующие политики по поддержке, спускающиеся «сверху-вниз», которые включают:

1. Сокращение/аннулирование тарифов на импорт компонентов энергосберегающего освещения
2. Инициирование программ по энергосберегающему освещению, которые предусматривают или субсидируют установку оборудования для энергосберегающего освещения
3. Поддержка местных производителей с целью производства компонентов энергосберегающего освещения и систем, далее снижения затрат и создания новых рабочих мест
4. Проведение государством образовательных и информационных программ и кампаний по технологиям энергосберегающего освещения и их преимуществам
5. Обеспечение безопасного уничтожения перегоревших *CFL* в связи с тем, что в них используется ртуть. Одной из мер является создание регенерационной установки для *CFL*, которая может решать проблемы с ртутью и другими аспектами экологической безопасности.

### **Продвижение социального, экономического и экологического развития**

Осуществление технологий энергосберегающего освещения очень полезно для защиты окружающей среды, и сохранения энергоресурсов. Энергосберегающие лампы могут существенно сократить выбросы ПГ в связи с освещением зданий. Например, лампы *CFL* или *LED* потребляют одну пятую (или меньше) энергии, чем требуется лампам накаливания для той же мощности освещения, и они, приблизительно, в 1000 раз энергоэффективнее, чем керосиновые лампы (Миллс (*Mills*, 2005)). С точки зрения срока службы, по сравнению с лампами накаливания, *CFL* работают в восемь раз дольше, поскольку их срок службы составляет до 8000 часов работы (Хослейдени др. (*Hausladen et al.*, 2005)). Лампы *LED* работают в 40-100 раз дольше, поскольку их срок службы составляет 40000 - 100000 часов работы в зависимости от цвета.

Технологии энергосберегающего освещения также способствуют улучшению здоровья и условий жизни пользователей зданий. В сельской местности, например, в отдаленных селах Африки и Южной Азии, использование технологий *CFL* и *LED*, приходящих на смену керосиновым лампам поможет улучшить качество освещения, создаст возможность больше времени уделять учебе и работе и снизит пожароопасность в связи с использованием керосиновых ламп. В городской местности, использование высокочастотных электронных пускорегулирующих аппаратов способствует снижению напряжения зрения и усталости, повышает производительность труда и обеспечивает лучшее качество жизни.

С точки зрения экономического развития, крупномасштабная реализация программы по энергосберегающему освещению в наименее развитых регионах/странах поможет созданию потенциала критической массы, когда компоненты осветительного оборудования будут производиться на месте. Это поможет создать рабочие места и модернизировать профессиональные навыки местных трудовых ресурсов, а также обеспечит возможность пользоваться энерго- и затратносберегающим освещением местным конечным пользователям.

### **Финансовые требования**

Основное финансовое требование к технологиям энергосберегающего освещения – это начальные инвестиции на покупку продуктов и их установку. Эти затраты обычно окупаются за короткий период времени. Например, в Индии, расчетный период окупаемости при замене лампы накаливания *CFL* составляет 1,2 года, и по замене керосиновых лампы *CFL* – менее одного года (*Bhattacharya & Cropper, 2010*). По сравнению с *CFL*, лампы *LED* требуют более высоких начальных инвестиций, но их срок службы длиннее (до 10 раз), что компенсирует высокую инвестиционную стоимость. Как показывает опыт, инвестиционные затраты на освещение *LED* обычно окупаются в течение первого года использования. Затраты на обслуживание в ходе эксплуатации при использовании энергосберегающих ламп и пускорегулирующих аппаратов незначительные.

Ожидается, что инвестиционные затраты по переходу на энергоэффективные лампы продолжат понижаться в ходе непрерывной модернизации технологий, увеличения потенциала массового производства в связи с увеличением рыночного спроса, и началом производства компонентов в развивающихся и наименее развитых странах.

### **Практический пример**

#### ***Программа CFL в Эфиопии***

Правительство Эфиопии, при поддержке со стороны Всемирного банка, реализует инициативу по переходу от ламп накаливания на *CFL* в национальном масштабе. Правительство начало с бесплатного распределения 5 миллионов *CFL* в обмен на существующие лампы накаливания. Для усиления эффекта, программа по обмену шла параллельно с широкой информационной кампанией по энергосбережению. За три месяца было распределено 2.5 миллиона *CFL*, при этом Электроэнергетическая корпорация Эфиопии (*Electric Power Corporation*) сообщила о снижении максимального спроса на 80 МВт, которые, в противном случае, пришлось бы вырабатывать дизельными генераторами. Это означает экономию, приблизительно, US\$100 миллионов, в результате осуществления программы по распределению *CFL* на сумму в US\$4 миллиона (Всемирный банк, 2010). Пользователи же получают выгоду в виде лучшего качества освещения и более низких счетов на оплату энергии.

## **4.9 Водосберегающие технологии**

### **Технология**

Использование воды в зданиях вносит косвенный, но значительный вклад в потребление энергии и ресурсов. Обеспечение и распределение воды в зданиях является энергоемкой деятельностью. Энергия используется для очистки источников пресной воды до уровня, безопасного для потребления, и для работы насосов, обеспечивающих очистку и распределение воды в зданиях. Во многих

регионах, где недостаточно ресурсов пресной воды, необходима дополнительная энергия для ее извлечения из глубины земли, транспортировки на большие расстояния, управления энергоемкой опреснительной установкой, и т.д. Кроме того, возвращение сточных вод на очистные сооружения требует энергии для работы насосов. В очистной установке сточных вод электричество требуется для аэрации сточных вод и очистных систем. По оценкам, 30-40 % электричества, потребляемого городами среднего размера, используется для прокачки воды через системы распределения и очистки сточных вод (*Johnson Controls, 2011*). Поэтому, если мы экономим воду, мы экономим энергию.

Другими словами, эффективное водопотребление пользователями зданий прочно связано с энергосбережением и смягчением последствий изменения климата. Таким образом, технологии эффективного водопотребления, обсуждаются в этом Руководстве, как альтернатива для смягчения последствий изменения климата в строительной отрасли.

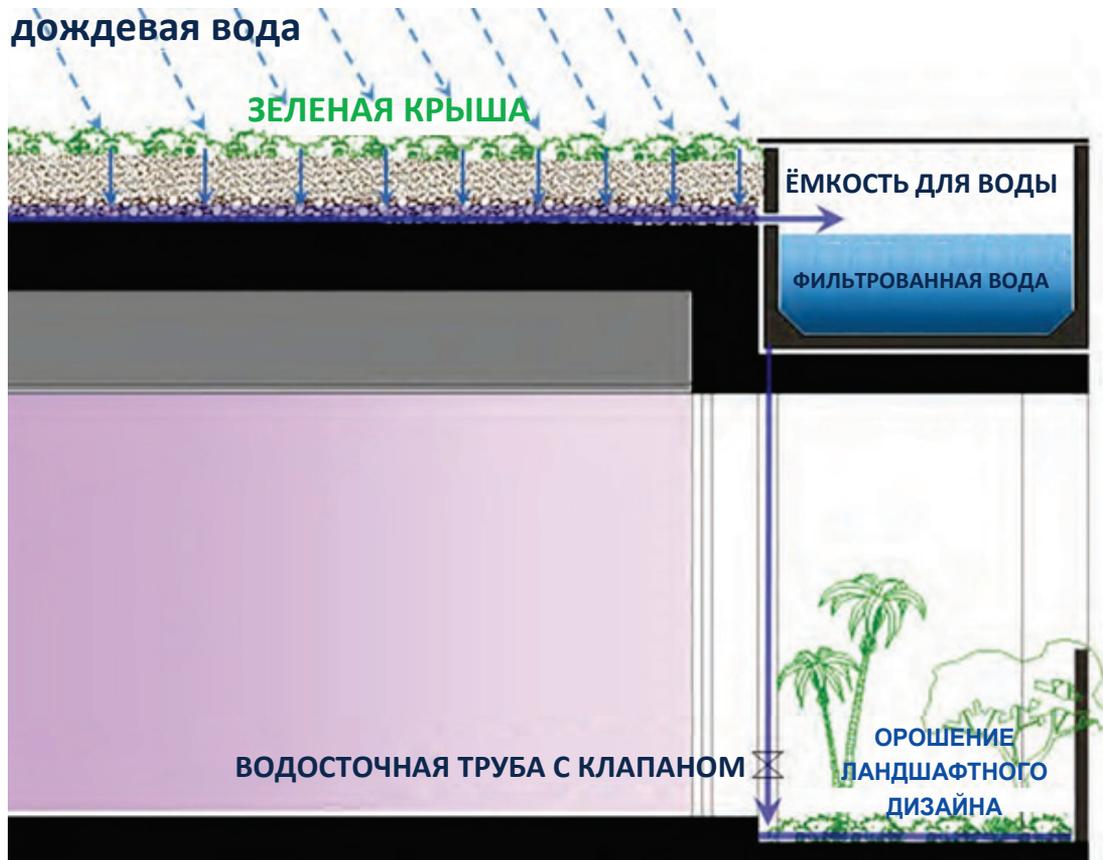
В этом разделе обсуждаются четыре ключевых технологии эффективного водопотребления для зданий: установка измерительных приборов и получение информации о водопотреблении, системы сбора дождевых осадков, системы повторного использования бытовых сточных вод, гидропневматические системы водоснабжения и средства экономии воды.

**Измерение и получение информации о водопотреблении** – одна из ключевых технологий, направленных на управление водопотреблением. Традиционно, информация о водопотреблении предоставляется только в форме ежемесячных счетов за потребленную воду без разбивки на детали в водопотребления. Кроме того, во многих случаях, у пользователей нет доступа к такой информации, как, например, в коммерческих комплексах или многонаселенных жилых комплексах, где много потребителей пользуются одним общим водомером. Индивидуальное измерение и предоставление подробной информации о водопотреблении позволяют пользователям контролировать количество потребляемой воды и модели ее потребления. Оно помогает пользователям более сознательно относиться к своему повседневному потреблению воды и менять свое поведение в пользу экономии воды.

**Системы сбора дождевых осадков** позволяют собирать воду хорошего качества, выпадающую в виде естественных осадков. Самый популярный метод сбора дождевых осадков – это сбор стоков с крыш или других поверхностей зданий. Простая система сбора включает водосточный желоб крыши и водосточные трубы, по которым вода стекает в резервуар для хранения. Чтобы исключить сток первых струй воды во время ливня, зачастую используются съёмные водосточные трубы. Первые струи стока обычно загрязнены пылью, листьями, насекомыми или птичьим пометом (*UNEP SBCI et al., 2007*).

Современная система сбора дождевых стоков включает систему очистки воды (например, солнечная дистилляция), так, чтобы собранную воду можно было употреблять как питьевую. Пример инновационного сбора дождевых стоков в многоэтажных зданиях включает размещение емкости для хранения дождевой воды под крышей с тем, чтобы можно было использовать ее для полива участков, смыва в туалете, и для других непитьевых целей.

Рисунок 4.9.1: Сбор дождевой воды в многоэтажных зданиях



**Системы повторного использования бытовых сточных вод** из душа/ванны, умывальников, раковин для непитьевых целей, таких как смыв в туалете и полив растений, в здании. Система повторного использования бытовых сточных вод часто состоит из трубопроводной сети, направляющей бытовые сточные воды из источника их появления, в систему очистки (например, песчаный фильтр или фильтрующее устройство), накопительной емкости и распределительного трубопровода для направления воды в пункты ее использования, например, ирригационную систему.

**Рисунок 4.9.2: Блок-схема типичной системы повторного использования бытовых сточных вод**

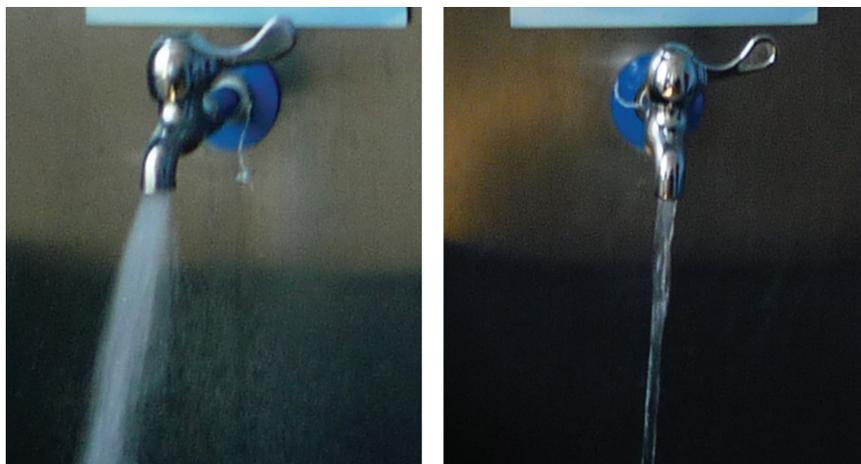


**гидропневматические системы водоснабжения** нагнетают давление воздуха в водяных баках, играющих роль ключевого энергосберегающего компонента в системах водоснабжения для строительных целей. Сжатый воздух в резервуаре выполняет три основные функции;

1. Доставка воды в заданном диапазоне давления
2. Исключение скачков давления в системах водоснабжения
3. Использование задаваемого уровня давления для контроля и управления водяными насосами. Энергосбережение обеспечивается посредством сокращения потребления энергии водяными насосами.

**Устройства для экономии воды:** Существует четыре типа устройств для экономии воды, разработанных для экономии ее потребления в зданиях. Первый тип работает на основе технологии смешения воздуха с водотоком для снижения объема воды на выходе. Этот тип устройств действует как регулятор стока воды и может быть таким же эффективным, как насадка, которая может быть надета, практически, на любой водопроводный кран, например, на кухне или в умывальнике. Кухонные краны с регулятором водотока, могут обеспечить расход воды менее 6 литров в минуту, не изменяя гидравлическое давление. По сравнению с расходом в 15 литров в минуту в обычных кухонных кранах, на которые не установлены устройства для снижения водопотребления, экономия составляет более 60 %. Технология аэрации также применяется для насадок для душа, чтобы обеспечить расход воды менее 5 литров в минуту.

**Рисунок 4.9.3: Течение воды из кранов с аэрирующей насадкой (слева) и без насадки (справа)**



Второй тип включает дизайн унитазов и писсуаров, для снижения количества спускаемой воды с максимальным эффектом очистки. Например, водосберегающий писсуар стандартной 300-миллиметровой ширины требует менее 0.5 литра воды на спуск. Для унитазов предусмотрены двойные бачки для различных объемов смыва, по необходимости. Рекомендуемый объем составляет 4,5 литра или менее для полного смыва, и менее 3 литров для полусмыва (BCA, 2007).

**Рисунок 4.9.4: Унитаз с двойным бачком.**



Третий тип включает приборы для экономии воды, такие как стиральные и посудомоечные машины. Технологические разработки и новые дизайны обеспечивают существенную экономию воды за счет использования этих устройств. Например, посудомоечные машины с экономным водопотреблением используют, приблизительно, 14-38 литров воды, по сравнению с обычными, использующими 34-45 литров воды на одну загрузку посуды. Новый подход к дизайну стиральных машин перешел от моделей с загрузкой белья в машину сверху к загрузке спереди с использованием его валивания в барабане при стирке. Стиральные машины с фронтальной загрузкой используют на 30-50 % меньше воды, и на 50-60 % меньше энергии по сравнению с машинами, загружаемыми сверху.

**Рисунок 4.9.5: Экономия воды, воды стиральной машиной с фронтальной загрузкой (слева) и обычной загрузкой сверху (справа)**



Четвертый тип включает разработку и применение технологий систем автополива, используемых в ландшафтном дизайне. Например, экономия воды при капельном орошении равна 30 %-50 % по сравнению с орошением дождеванием. Системы капельного орошения доставляют воду непосредственно к корням растений на медленной скорости. В результате, скорость стока воды и парообразования минимальны (BCA, 2007). Модернизированные водосберегающие технологии включают также средства автоматического контроля, которые могут использоваться с датчиками дождя. Полив прекращается, как только начинается дождь. Система автополива, снабженная датчиками дождя и таймерами в тропических регионах, может обеспечить экономию на 23 % годового водопотребления в строительном комплексе (BCA, 2007).

**Рисунок 4.9.6: Система капельного орошения**



## Основные эксплуатационные характеристики

**Измерение и информация о водопотреблении.** В многоквартирных домах или небольших зданиях на одного владельца, водомеры могут устанавливаться в точке подсоединения трубы водоснабжения здания к городскому водопроводу. Необходимо предусмотреть небольшое пространство для защиты водомера от погоды и обеспечить доступ для считывания его показаний. Обычно он располагается рядом с входом во двор или парадным входом в здание. В более сложных зданиях, которые включают несколько больших водопотребляющих систем, например, трубопровод горячей воды, ландшафтное орошение и градирни, могут устанавливаться дополнительные водомеры на каждую из этих систем. Данные от всех дополнительных водомеров могут передаваться в центральную систему диспетчеризации инженерного оборудования здания и предоставляться конечным пользователям (там, где это возможно) для оптимизации использования воды и облегчения задачи обнаружения утечек.

**Системы сбора дождевых осадков** могут легко применяться в многоквартирных домах или особняках, где домовладельцы могут собирать дождевую воду для собственного потребления. В многоэтажных многоквартирных зданиях собранную дождевую воду лучше всего использовать для общественных мест, где вполне применима непитьевая вода – ландшафтного полива или влажной уборки общественных мест. Собранные с крыш дождевые осадки не должны использоваться в питьевых целях без надлежащей очистки. Размер резервуара для хранения дождевой воды должен соответствовать площади крыши и местным характеристикам выпадения осадков, например, интенсивность дождей, частота и продолжительность. Сточные канавы и водосточные трубы должны делаться из нержавеющей стали, например, поливинилхлорида, гальванизированного железа, и т.д., по соображениям гигиены и длительности срока службы. Системы сбора дождевых осадков воды требуют регулярной очистки от загрязняющих веществ, сухих листьев, и т.д., которые могут забивать систему и загрязнять собранную воду.

**Повторное использование бытовых сточных вод.** Обычно бытовые сточные воды и фекальные стоки сливаются в единую трубопроводную сеть здания. Фекальные стоки – это сточные воды, загрязненные биологическими материалами, сливаемыми, главным образом, из туалетов. Системы повторного использования бытовых сточных вод должны быть продуманы и предусмотрены на ранней стадии проектирования зданий, поскольку они требуют дополнительных, отделенных от канализационных, трубопроводных сетей, т.е. прокладки сети трубопровода для фекальных стоков. Кроме того, системы очистки и накопительные резервуары также требуют дополнительное пространство. Бытовые сточные воды нужно использовать как можно быстрее. Необходимо предусмотреть превентивные меры по дезинфицированию собираемой воды, для предотвращения взаимного загрязнения и роста бактерий и грибов. Если очищаемая бытовая сточная вода не дезинфицируется, ее рекомендуется повторно использовать только для полива через подпочвенную систему. Только при условии, что бытовая сточная вода дезинфицируется и очищается, соответствуя определенным стандартам качества, ее можно использовать для смыва в туалете и поверхностного полива (правительство Западной Австралии, 2010). Системы бытовых сточных вод требуют регулярного обслуживания во избежание потенциальных утечек и замены очищающих средств, для предотвращения размножения mosquitos и роста бактерий.

**Гидропневматические системы водоснабжения требуют** пространства для установки водяного бака для хранения воды под давлением. Он обычно помещается на крыше здания. Пространство должно быть достаточно большим для размещения резервуара и обеспечения доступа к нему. Крыша и опорная конструкция должны быть в состоянии выдержать дополнительный груз резервуара и расчетного максимального объема воды. Система должна быть снабжена датчиками для контроля

уровня воды и давления воздуха. Датчики помогают управлять работой компрессора и водяного насоса. Рекомендуется объединить всю систему с центральной системой диспетчеризации инженерного оборудования здания (при ее наличии) для централизованного контроля.

**Рисунок 4.9.7: Пространство на крыше должно быть достаточно большим для размещения водяного бака и обеспечения доступа к нему для обслуживания**



Устройства для экономии воды: легко применимы как в новых, так и в существующих зданиях. Устройства, такие как аэраторы или регулятор расхода, могут просто дополнительно устанавливаться на существующие водопроводные краны. Малообъемные смывные бачки и водосберегающие писсуары могут устанавливаться в новых зданиях или для замены уже существующих обычных устройств. Они не требуют никакого дополнительного обслуживания.

**Рисунок 4.9.8: Аэратор, установленный на обычный водопроводный кран в целях водосбережения**



**Водосберегающие оросительные системы.** Частота полива должна быть запрограммирована с учетом погодных и сезонных особенностей. Также рекомендуется определить возможности зонального контроля с тем, чтобы растения, с различными потребностями в воде, орошались индивидуально. Автоматическое управление может тогда быть запрограммировано так, чтобы включать/выключать оросительную систему для полива различных зон в соответствии с их потребностями в воде. Такой полив устранил возможность избыточного полива.

## Статус реализации и проникновение на рынок

Водосберегающие технологии и практики реализуются, в целом, в большинстве регионов мира. Использование простых методов измерения расходуемой воды для отдельных зданий является обязательной практикой во многих урбанизированных регионах, потому что муниципальные органы власти признают, что эта практика может в значительной степени влиять на поведение пользователей в плане экономии воды. Две трети государств-членов Организации по экономическому сотрудничеству и развитию (ОЭСР) уже используют водомеры в более чем 90% многоквартирных домов (Брандес и др. (*Brandes et al.*, 2010)). Использование дополнительных водомеров, подключенных к главным водомерным системам крупных зданий, требует дополнительных инвестиций и усилий по координации. Поэтому, дополнительные водомеры не очень широко применяются. Однако, их преимущества признаются и уровень использования растет, особенно в городской местности Сингапура, где есть проблема нехватки воды.

В связи с ощутимыми преимуществами и простотой установки и работы, системы сбора дождевых осадков широко применяются в сельской местности и малых городах, где централизованное водоснабжение ограничено или недоступно.

Повторное использование бытовой сточной воды также является популярной практикой в своей самой простой форме, в которой такая вода вручную собирается для последующего ручного использования. Системы повторного использования бытовой сточной воды требуют дополнительного пространства, дополнительной трубопроводной сети и оборудования для ее очистки. Поэтому, технологии не обладают такой же широтой применения, как системы сбора дождевой воды. Однако, ОЭСР прогнозирует, что городские власти все больше будут их поддерживать и способствовать повторному использованию бытовых сточных вод в своих городах, поскольку они сталкиваются «с возрастающим несоответствием доступности водных ресурсов возрастающим потребностям в них в странах-членах ОЭСР и в развивающихся странах» (ОЭСР, 2009).

Гидропневматические системы водоснабжения являются апробированными технологиями по экономии электричества и снижению скачков давления в системах водоснабжения без крупных капитальных затрат. Поэтому, технология обладает хорошим проникновением на рынок высотных зданий и зданий, находящихся в районах с плохо герметизированными трубами централизованного водоснабжения, как например в Калькутте (Индия) и других городах в развивающихся странах.

Недорогостоящие устройства для экономии воды, такие как регуляторы расхода воды в виде насадок на краны и душевых головок, широко используются и имеют большой рыночный потенциал, как в развитых, так и в развивающихся странах. В Районе Саанич (*Saanich*), Британская Колумбия, Канада, правительство инициировало Программу «Кран за краном, Программа по замене на энерго- и водосберегающие устройства (*Tap by Tap Energy and Water Saving Fixture Exchange*), чтобы дать возможность жителям обменять их насадки для душа, кухонных и умывальных кранов на водосберегающие. Высокоэффективные насадки для душа и аэраторы для кухонных и умывальных

кранов присутствуют сейчас на рынке как водосберегающие наборы. Цель состоит в том, чтобы помочь жителям сократить свое ежедневное водопотребление на 50 % (Район Саанич, 2010). У двойных бачков для различных объемов смыва и водосберегающих писсуаров также хороший потенциал, который может занять основной сегмент рынка оборудования для новых зданий. Водосберегающие системы орошения, однако, имеют ограниченный рынок оборудования для элитных зданий.

## **Возможность реализации**

Возможность реализации водосберегающих технологий и практик обычно зависит от обстоятельств. В сельской местности, где коммунальное водоснабжение ограничено или недоступно, системы сбора дождевых осадков и повторного использования бытовых сточных вод являются наиболее подходящими, и уже используются, как установившаяся практика во многих сельских местностях. В урбанизированных местностях, где давление в сетях коммунальное водоснабжения низкое, или в высотных зданиях рекомендуется использовать гидропневматическую систему водоснабжения. Наконец, в большинстве ситуаций, также рекомендуется использовать устройства для экономии воды.

В случае использования систем повторного использования бытовых сточных вод и сбора дождевых осадков, необходима эффективная, крупномасштабная институциональная поддержка для их реализации. Ее формы включают, но не ограничиваются:

1. Руководящие принципы дизайна и установок систем сбора дождевых стоков
2. Руководящие принципы предварительной очистки воды и/или очистки воды для питьевых целей (применимы в регионах с недостаточными водными ресурсами и ограниченным коммунальным водоснабжением)
3. Руководящие принципы и регламенты по экомедицине, а именно: предотвращение размножения насекомых в резервуарах/контейнерах для сбора и хранения дождевой воды/ бытовых сточных вод.

Чтобы поддержать реализацию гидропневматических систем водоснабжения, необходимо укрепление потенциала путем проведения учебных семинаров для создания парка местного квалифицированного технического персонала, который будет заниматься проектированием, установкой и эксплуатацией системы. Полезно организовать программы по стимулированию и проводить демонстрации крупномасштабного использования этих технологий.

В случае использования водосберегающих устройств, полезно, в качестве первого шага, осуществлять программы повышения уровня информированности местных органов власти. Такая деятельность помогает широкой общественности понять преимущества этих устройств и формировать приверженность в их использовании. Кроме того, рекомендуется ввести систему маркировки водосберегающих устройств. Примером может служить схема маркировки водосберегающих устройств Советом по вопросам деятельности коммунальных служб Сингапура. Подобные схемы маркировки полезны для поддержания интереса общественности и продвижения использования водосберегающих продуктов и соответствующих технологий, что позволяет им утвердиться на рынке и преломить тенденцию.

## **Продвижение социального, экономического и экологического развития**

Технологии водосбережения способствуют защите окружающей среды и ресурсов посредством сокращения потребления технической и питьевой воды в зданиях.

В результате эффективного использования очищенной и питьевой воды в зданиях также сокращается потребление энергии. Экономия достигается не только посредством сокращения локальной перекачки воды, но и посредством сокращения потребления энергии на очистку воды, поступающей от водоочистных станций и ее подачу конечным пользователям, а также очистку сточных вод, поступающих из зданий. Кроме того, по имеющейся информации, гидропневматические системы водоснабжения позволяют экономить не только воду, но также и до 40 % энергии, используемой обычными водокачальными системами (*SBCI, 2010*).

Системы сбора дождевых осадков также позволяют сократить уровень нагрузки на водостоки. Крупномасштабное использование технологии поможет сократить поверхностные ливневые стоки и снизить пиковые сбросы в городские канализационные сети. Получаемая экономия воды и энергии поможет существенно сэкономить средства местным органам управления (сокращая затраты на инфраструктуру) и владельцам домов путем снижения счетов на оплату потребленной воды). Системы сбора дождевых осадков и повторного использования бытовых сточных вод, а также использование двойных баков для различных объемов смыва, напрямую вовлекают конечных пользователей в экономию воды, что приводит к укреплению потенциала и формированию положительных и дружественных к окружающей природе привычек и практик в обществе в целом.

## **Финансовые требования**

Финансовые требования изменяются в зависимости от конкретных технологий, их доступности и соответствия для использования в регионе. Например, в сельской местности или менее плотно населенной городской местности, возможность использования системы сбора дождевых осадков высока. Инвестиции, необходимые для таких систем, незначительные вследствие наличия места на крыше и уже используемого водосточного желоба. Затраты конечных пользователей минимальны, включая резервуары для хранения воды, дополнительные съемные сливные трубы и необходимое обслуживание. Однако, системы сбора дождевых осадков в высокой плотности городской местности, застроенной высотными зданиями, могут стоить больше и быть менее экономически эффективны. Более сложные системы обслуживают небольшие, площади крыш, при этом затраты пропорционально делятся на количество пользователей.

Несколько примеров, представленных ниже, дают представление об ориентировочных затратах. Система сбора дождевых осадков в подземный резервуар в Сингапуре стоит S\$1,250/м<sup>3</sup>, без затрат на выемку грунта, обратной засыпки, подсоединения труб, насос, фильтр, и т.д. (*DLS, 2008*). Насадка для душа стоит, около US\$5 в Карибском регионе. Цены регуляторов расхода воды для домашних водопроводных кранов составляют US\$1,4–4 в США и около R95 в Южной Африке. Диапазоны цен обычного водомера колеблются от S\$1000 до S\$3000, цифрового – от S\$3000 до S\$5000 в Сингапуре.

## Практический пример

### **Курортный пансионат Лайфстай Резорт (Lifestyle Resort) Умхланга Сандс (Umhlanga Sands), Умхланга, Южная Африка**

В здании 237 номеров на береговой линии *Умхланга*. Стараясь сократить эксплуатационные затраты и сэкономить ресурсы, Курорт инвестировал R9000 в установку насадок для душа с низким напором и регуляторы расхода воды на водопроводные краны. Расход сократился с среднего показателя 20 л/мин, приблизительно, до 11 л/мин. Это экономит водопотребление и энергию, необходимую для нагревания воды, в то время как качество работы душа изменяется не значительно. Результаты показали, что экономия электричества, требуемого для нагревания воды, составляет 41 %, кроме того, дополнительно сокращается водопотребление. Период окупаемости составлял менее месяца (*Imagine Durban, Ethekwini Energy Office & Ethekwini Electricity Department, 2009*).

## 4.10 Поглощающие углерод и низкоуглеродные строительные материалы и продукты

### Технология

Материалы и продукты, используемые в строительстве, такие как сталь и алюминий, производятся в результате процесса добычи сырья, плавки, изготовления конечных продуктов и транспортировки их на стройплощадку. На каждом из этих этапов потребляется энергия, что также приводит к выбросам углерода. Общее количество выбросов углерода всеми строительными материалами и продуктами и сам процесс строительства, т.е. сооружение из них единого целого, называется поглощенным углеродом здания. Поглощенный углерод составляет, приблизительно, 20 % выбросов углерода строительной отрасли (Лейн (*Lane, 2010*)).

Сокращение количества поглощенного углерода является одной из альтернатив по смягчению последствий изменения климата строительной отраслью путем использования поглощающих углерод или низкоуглеродных материалов и продуктов при строительстве зданий. Поглощающие углерод строительные материалы – это, в основном, лесоматериалы, полученные в результате легальной вырубке леса (*HWP*). Древесина получается из деревьев, поглощающих углерод в процессе фотосинтеза. Пятьдесят процентов сухого веса древесины – это количество углерода, содержащегося в 1 м<sup>3</sup> древесины равно его количеству, содержащемуся, приблизительно, в 350 л бензина (Лаббе (*Labbe, 2010*)). Важно сделать так, чтобы древесина поступала из искусственно выращиваемых плантаций. Незаконным образом полученная древесина не обладает нулевым балансом выбросов углерода и не должна использоваться вообще. Использование неустойчивых источников для изготовления древесных продуктов, приводит к большему вреду, чем пользе при использовании низкоуглеродных материалов в строительстве.

Не все строительные материалы могут поглощать углерод. В таких случаях низкоуглеродные строительные материалы должны использоваться в максимально возможной степени. Низкоуглеродными строительными материалами считаются материалы, в процессе производства, монтажа и транспортировке которых энергетические затраты были низкими. Вследствие широкого определения, низкоуглеродные строительные материалы интерпретируются по-разному в различных контекстах. Например, продукты из металла считаются высоко воплощенными углеродными материалами с высоким углеродным потенциалом, потому что в процессе добычи сырья и обработки интенсивно поглощается углерод. Однако, повторно используемая продукция металлообработки, применяемая в новых зданиях, может считаться низкоуглеродной.

**Строительные материалы и продукты, поглощающие углерод.** Строительные материалы продукты из искусственно выращенной древесины, включают настил пола и облицовочные материалы, оконные рамы, двери, мебель, поддерживающие колонны, балки и стропила. Продукты из бамбука, в последнее время, стали пользоваться с большим вниманием, вследствие его быстрого роста, возобновимости и доступности и в тропических, и в субтропических климатах. Ламинированный бамбук, более упругий, чем мягкая сталь, а поверхность его тверже, чем у древесины красного дуба и стекловолокна. Поэтому, бамбук широко используется в конструкциях здания, стенах-ширмах и в компонентах кровли. Бамбуковые продукты также нашли применение на строительном рынке высокого уровня, например, обработанный бамбуковый настил.

**Рисунок 4.10.1: Применение углеродопоглощающих материалов в зданиях**



Низкоуглеродные строительные материалы и продукты стали предметом научных исследований и разработок. В результате, появилось много инновационных строительных материалов и продуктов, в которых используются отходы производства и переработанные продукты. Некоторые примеры недавно разработанных низкоуглеродных материалов и продуктов, присутствующих на рынке, включают:

1. Низкоуглеродные кирпичи. Они были внедрены в массовое производство и применение в 2009 г. Использование 40% золы пылеугольного топлива (Рич (Ritch, 2009)) помогает сократить количество воплощенного углерода в обычных кирпичах. Зола пылеугольного топлива – прекрасный стеклянный порошок, который состоит, главным образом, из кварца, железа и глинозема. Он является продуктом сгорания угля, получаемого при производстве электричества, и выбрасывается после отделения от печного газа.
2. Невыдержанный бетон. Сырье для получения обычного бетона можно заменить отходами производственных процессов и переработки материалов. Например, портландский цемент, при производстве которого выделяется много углерода, можно заменить золой пылеугольного топлива и гранулированным доменным шлаком. Скелетный материал или песок можно заменить промытым медным шлаком, а гранит – гранитным материалом, полученным переработкой строительного мусора.
3. «Зеленая» плитка. Это керамический материал, полученный из более чем 55% переработанного стекла и других минералов. В процессе переработки, стеклянный бой превращается в половую и отделочную плитку. Сверкающие компоненты из переработанного стекла добавляют продуктам эстетический вид.
4. Переработанные металлы. Производственный процесс получения металлов является чрезвычайно углеродоинтенсивным. Однако, эксплуатационные параметры жизненного цикла металлоизделий могут значительно сократить потребление ими энергии в процессе производства, например, на 95% – для алюминия, 80% – для свинца, на 75% – для цинка

и 70% – для меди. Это достижимо потому, что неоднократно перерабатываемые металлы могут, тем не менее, сохранять свои свойства (Стюарт и др. (*Stewart et al.*, 2000)). Другими способами использования металлопродуктов без полного процесса переработки (который включает переплавку старых металлических продуктов и изготовление из них новых продуктов) должно стать повторное использование существующих структурных компонентов из металла, таких как стальные колонны и балки, сохраняющих свои структурные характеристики. Наконец, металлоизделия, не связанные со строительством, например, транспортировочные контейнеры, могут также, опосредованно, использоваться при строительстве новых зданий.

Помимо приведенных выше примеров, существует много других инновационных низкоуглеродных продуктов, и в будущем появится еще много новых в результате научных исследований.

**Рисунок 4.10.2: Транспортировочные контейнеры могут, опосредованно, снова использоваться при строительстве новых зданий**



**Основные эксплуатационные характеристики**

Возможности применения углеродосодержащих и низкоуглеродных материалов и продуктов весьма обширно. С одной стороны, технические требования к большинству этих материалов схожи с требованиями, предъявляемыми к любым другим обычным материалам, используемым при строительстве зданий. Например, древесные продукты из искусственно выращиваемых лесов, как и любые продукты из обычной древесины, используемые в зданиях, должны быть стойкими к нашествию термитов и влаге. Древесные продукты, изготовленные по новой технологии, например, с применением ламинирования и химической обработки, могут быть менее уязвимыми для нашествия термитов, при этом их влаго- и водостойкость будут улучшены.

**Рисунок 4.10.3: Примеры использования древесины в строительстве**



С другой стороны, следуя принципам экомедицины и безопасности, к использованию определенных углеродопоглощающих и низкоуглеродных материалов и продуктов применяются строгие требования.

Благое намерение использовать углеродные и низкоуглеродные материалы может не принести оптимального эффекта, если эти материалы будут тратиться впустую. Зачастую это происходит в силу стремления обеспечить определенный эстетический эффект. В результате, стандартизированные модульные материалы обрезаются и подгоняются на стройплощадке с тем, чтобы соответствовать идее дизайна, а остатки их становятся ненужными. Поэтому, снижение количества отходов за счет стандартизации размеров строительных материалов является основным требованием в практике проектирования зданий из низкоуглеродных материалов.

### **Статус реализации и проникновение на рынок**

Низкоуглеродные и углеродопоглощающие материалы и продукты рассматриваются как одна из важных альтернатив в смягчении последствий изменения климата. Многие региональные и национальные правительства ввели системы маркировки «зеленых» строительных материалов, что еще более способствует производству и проникновению этих материалов и продуктов на рынок. Примерами таких систем являются Марка зеленых строительных материалов Тайваня и Зеленых строительных изделий Сингапура. Эти системы используются для сертификации продуктов на основе ряда экологических аспектов, включая низкие выбросы углерода в процессе производства, местное происхождение материалов, экологические угрозы здоровью, и т.д. Сейчас разрабатываются специальные схемы маркировки строительных материалов и продуктов. В настоящее время, эти материалы и продукты маркируются в рамках систем, использующихся для всех категорий продуктов, таких как продовольствие, напитки, очистители, и т.д. . Примерами таких систем маркировки углеродных материалов и продуктов являются: Сертификат низкоуглеродных продуктов Южной Кореи и Марка для продуктов с пониженным углеродным следом Таиланда .

Среди продуктов, поглощающих углерод, бамбук, известен как материал, обладающий высоким потенциалом. По мере роста потребности в древесных продуктах, бамбук рассматривается как обладающий высоким рыночным потенциалом в плане замены медленно растущих видов деревьев в процессе лесовозобновления. В 2007 г. бамбук составлял 4-7 % от общего объема торговли древесиной, заготавливаемой в тропической и субтропической зонах (Лу и др. (*Lou et al.*, 2010)).

Кроме того, инновационные способы применения ведут к появлению широкого разнообразия бамбуковых продуктов, которые признаются даже в рамках национальных строительных норм и правил многих стран. Например, Колумбия включила в свои национальные строительные нормы и правила сейсмоустойчивые практики дизайна и конструкции зданий из бамбука. Вследствие широкого распространения и доступности бамбука в развивающихся странах, искусственно выращиваемый бамбук имеет хороший потенциал для проникновения на рынок и передачи технологии по принципу юг-юг.

### **Возможность реализации**

Потенциал использования углеродопоглощающих и низкоуглеродных строительных материалов и продуктов высок. Часто он зависит от готовности архитекторов использовать такие продукты в процессе проектирования и указывать на необходимость их применения в строительстве и от восприятия застройщиков. Это также зависит от доступности таких продуктов на местном уровне. Четыре ключевых фактора успеха в этом направлении, включают:

- 1. Общий уровень информированности,** который может быть достигнут посредством государственных образовательно-информационных кампаний, программ профессионального развития для специалистов в области строительства и застройщиков, и поддержки в виде демонстрационных проектов.
- 2. естную доступность материалов и продуктов.** Необходим механизм поддержки для создания и рынка и содействия развитию местного производства строительных материалов. Необходимо постоянно совершенствовать эти материалы и продукты, чтобы они были технологически целесообразными и экономически эффективными.
- 3. Институциональную поддержку,** которая играет важную роль в продвижении признания, разработки и применения, и использования углеродопоглощающих и низкоуглеродных строительных материалов и продуктов. Одним из наиболее эффективных инструментов являются схемы «зеленой» и простой маркировок углеродных продуктов в сочетании с программами сертификации строительных материалов и продуктов. Эти схемы маркировки могут осуществляться государственными учреждениями или авторитетными НПО.
- 4. Укрепление потенциала.** Необходимо повышать квалификацию местных профессионально-технических кадров в отношении существующих и новых углеродопоглощающих и низкоуглеродных строительных материалов и продуктов.
- 5. Научные исследования.** Одной из наиболее эффективных форм сотрудничества являются целевые научно-исследовательские программы между университетами, отраслями и государственными учреждениями. Цель заключается в том, чтобы находить и разрабатывать новые потенциальные углеродопоглощающие материалы и продукты, и инновационные способы их использования.

### **Продвижение социального, экономического и экологического развития**

Углеродопоглощающие и низкоуглеродные строительные материалы и продукты являются ключевой альтернативой в смягчении воздействий изменения климата в строительной отрасли, способствующей социально-экономическому развитию, особенно в развивающихся странах.

Углеродопоглощающие и низкоуглеродные материалы заменяют обычные материалы, производимые на основе интенсивного выделения углерода и сокращают спрос на них. Здания служат в течение длительного времени, устойчивые древесные продукты, используемые в

строительстве зданий, обеспечивают продолжительное хранение и поглощение углерода древесными продуктами. Когда будут введены строгие регламенты в отношении источников древесных продуктов, спрос на устойчивое управление лесами увеличится, что, в свою очередь, будет стимулировать необходимость в устойчивом лесовозобновлении – *HWP*. В результате, может поглощаться больше углерода из атмосферы, и может быть создано больше «зеленых» рабочих мест как в строительной, так и в лесной промышленности, что будет способствовать развитию экологически ориентированной экономики.

**Таблица 4.10.1: Оценочные сокращения выбросов углерода путем замены различных компонентов здания на один кубометр древесины [со ссылкой на (Рутер (Ruter, 2011))]**

<b>Заменяемые компоненты здания</b>	Кирпичная стена	Покрытие	Алюминиевое окно
<b>Заменяющие компоненты здания (древесина)</b> (эквивалент в м <sup>3</sup> )	Деревянная каркасная перегородка	Дощатый настил	Деревянное окно
<b>Оценочное сокращение выбросов</b> (эквивалент в метрич. тоннах CO <sub>2</sub> )	1.66	1.38	7.71

Широкое использование низкоуглеродных строительных материалов и продуктов также способствует местному экологическому и социально-экономическому развитию. Использование в местном масштабе доступных материалов и продуктов не только сокращает использование углеродоинтенсивных материалов, но и сокращает количество воплощенного углерода при транспортировке на большие расстояния. Это также способствует развитию местных отраслей промышленности, которые, в свою очередь, предоставляют рабочие места местным жителям. Кроме того, растущее использование вторсырья и отходов производства сокращает потребность в переработке и уничтожении отходов, а также необходимость добычи природных ресурсов и потребления энергии. Это также способствует экономии за счёт расширения производства, направленного на сокращение стоимости материалов из вторсырья и увеличит спрос на эти материалы, что, в свою очередь, поможет замкнуть эту цепь и сделать использование низкоуглеродных материалов и продуктов массовой практикой.

### **Финансовые требования**

Поскольку для строительства зданий необходимы строительные материалы и продукты, финансовые требования являются меньшей проблемой по сравнению с проблемой разработки альтернативных технологий по смягчению последствий изменения климата. Создание реально углеродопоглощающих и низкоуглеродных материалов и продуктов не должно сталкиваться с проблемой дополнительных инвестиций. Их стоимость может потенциально быть даже ниже, чем стоимость материалов и продуктов, производимых на основе интенсивного выделения углерода, вследствие их доступности на месте, что позволяет экономить на транспортных затратах, и более низкой стоимости компонентов зданий вследствие их изготовления из переработанного сырья или отходов производства, которыми заменяют первичное сырьё. Кроме того, много древесных

материалов и продуктов традиционно используются в зданиях в течение долгого времени до осознания изменения климата. Поэтому, использование древесных продуктов на основе лесоводства, по оценкам, не требует дополнительных инвестиционных затрат.

## Практический пример

### **Сейсмоустойчивые здания из бамбука, провинция Сычуань, Китай:**

Проект является частью широкой программы реконструкции в провинции Сычуань, подвергшейся землетрясению в 2008 г. Было построено 20 зданий с использованием множества компонентов, изготовленных из бамбука, который имеется в этой местности в больших количествах. Практически, одна треть видов бамбука Китая произрастает в Сычуань, где объем промышленного производства бамбука оценивается более чем в 7 млрд юаней (*People's Daily Online*, 2010).

Здания служат демонстрационным проектом, но также и возможностью изучить осуществимость планов по применению бамбуковых модулей зданий заводского изготовления с точки зрения их возможности выдерживать сильные землетрясения. Высокое содержание бамбукового волокна обеспечивает высокий предел прочности и хорошую стойкость к действию толчков, делая бамбук пригодным для строительства зданий в сеймоопасных зонах. Здания были успешно завершены менее чем за три месяца проектирования и строительства. Был осуществлен мониторинг эксплуатационных параметров зданий, таких как прочность, изоляция, акустика, и качество воздуха, а также проведен семинар по обмену опытом (*INBAR*, 2010).

## **4.11 Озеленение и строительство интегрированных систем озеленения**

### **Технология**

Озеленение застроенной среды является одной из наиболее выполнимых и затратоэффективных альтернатив для строительных секторов в плане смягчения последствий изменения климата в низконаселенной городской местности. В традиционных зданиях во многих странах можно видеть такие простые вещи, как сад и водоем. В традиционном доме во Вьетнаме, например, в саду растут растения, дающие овощи и фрукты, поглощающие углекислый газ и обеспечивающие тень и прохладу. В водоеме собираются дождевые стоки, он дает воду для орошения сада, и может использоваться для выращивания рыбы, создавая приятный микроклимат благодаря испарительному охлаждению.

Создание интегрированных озеленительных систем позволяет иметь растительность вне обычного сада и внутреннего двора, а в самом здании непосредственно (например, на крыше и фасаде), зелень может стать даже частью компонентов здания (например, терраса на крыше). Эти технологии важны для городской местности с высокой плотностью застроек, где земли недостаточно. Они предоставляют много преимуществ, понижая окружающую температуру, действуя, как дополнительная изоляция, для поверхностей крыш и стен, сокращая, таким образом, нагрузку на систему охлаждения и сберегая энергию. К тому же, растения поглощают углекислый газ, чистят воздух, и обеспечивают визуальный комфорт.

**Рисунок 4.11.1: Создание интегрированных озеленительных систем**



**Зеленые крыши** тщательно покрыты растительностью, такой как трава или кусты с использованием интегрированной системы обеспечения. Эта система, зачастую, включает субстрат, фильтр, орошение, системы аккумуляции воды и дренажа, водонепроницаемое покрытие поверхности/крыши. Крыша подготавливается для озеленения на месте обычным способом. Слой за слоем, непосредственно на крыше, укладываются поверхности для озеленения. Размер и форма слоев формируются в соответствии с дизайном крыши. Зеленые крыши должны быть легкими, и обычно не предназначены для бурной деятельности, а лишь для обслуживания

**Сады на крышах, сады на балконах и террасы** на крышах включают растения, посаженные на крышах, балконах и террасах зданий для создания возможности активного отдыха. Растительность в этих садах может быть весьма разнообразной и часто, помимо травы и кустов, включает деревья. В зависимости от типа растений, глубина почвенного субстрата обычно колеблется от 0,2 м, до более чем 1 м. (*NParks, 2002*). Интегрированное орошение, дренаж и гидроизоляция поверхности крыши являются составными компонентами сада крыши.

**Зеленые фасады/фитостены** – вертикальное озеленение фасадов/стен зданий с использованием различных растений, таких как ползучие, растения с тянущимися цепляющиеся за стену корнями, вьющиеся растения, обвивающие опорную конструкцию в виде сетки или кабеля, и специальные панели с уже растущими на них растениями, вертикально крепящиеся на стенах («зеленые панели») (*NParks, 2009*). Легкие опорные конструкции могут изготавливаться из синтетических материалов на основе полипропилена или синтетических тканей, в то время как легковесные растительные субстраты, состоят, главным образом, из вулканических камней и пемзы.

**Рисунок 4.11.2: Общераспространенные типы зеленых фасадов/стен**



Ползучие растения  
на поверхностях стен



Поддерживающая конструкция  
из сетки/кабеля



«Зеленые панели»

Хотя создание интегрированных систем озеленения не является чем-то новым, они получили широкое применение в последние годы, предлагая возможности для дальнейшего развития и инновационного применения, а также совершенствования путем исследований.

Важным компонентом научно-исследовательской работы является селекция растений для различных климатических регионов и растительных систем. Растительность, выбираемая для зеленых крыш и зеленых фасадов/стен должна выдерживать интенсивный солнечный свет и быть стойкой к засухе. Для зеленых систем крыш имеет смысл выбирать растения с мелкими корнями, чтобы системы были легковесными и не требовали больших эксплуатационных затрат. Другими критериями при выборе растений являются:

1. Растения с более толстым и плотным листовым покровом для лучшего эффекта затенения и обеспечения соответствующих тепловых характеристик
2. Использование местных растений для поддержки местного биоразнообразия.

В технологическом аспекте исполнение строительства интегрированных систем растительности было улучшено, благодаря развитию новой системы основания, встроенных автоматических ирригационных систем с датчиками дождя, и встроенных систем дренажа. Такие технологии помогают делать растительные системы более легкими, более водосберегающими, требующими меньше обслуживания, и исключают потенциальную проблему утечки воды.

Применение зеленых крыш и зеленых фасадов/стен также отходит от сборки на месте (т.е. подготовки конструкции на месте путем укладки слоя за слоем) к модульным конструкциям. Такое применение ускоряет сборку, сводит к минимуму риск повреждения строительных материалов, обеспечивает гибкость дизайна (в плане комбинирования различных типов растений для улучшенного стиля дизайна), и облегчает эксплуатацию и замену.

Модули зеленых крыш – это маленькие поддоны размерами в пределах от 0.25 до 2 м<sup>2</sup>. Каждый поддон оборудован дренажной системой, (дополнительно) капельным орошением, слоем фильтрующего вещества, субстратом, слоем почвы и травой/кустами. При озеленении фасадов/стен, возможно применять модульные панельные системы. Каждая панельная система – это модуль глубиной от 100 мм до 250 мм. Модули могут крепиться линейно на металлическом каркасе, зафиксированном на фасаде/стене. Трубы оросительно-дренажных систем соединяются между модулями и скрываются за рамой модульной конструкции.

**Рисунок 4.11.3: Зеленый фасад с модульной системой на основе технологии орошения и самоосушения**



### Основные эксплуатационные характеристики

Интегрированные системы озеленения зданий являются самыми полезными и выполнимыми в городах и плотно населенных районах. Для уравнивания плотно застроенной среды, такие зелёные зоны создают альтернативные пространства для садов, отдыха в свободное от работы время, открытые пространства и приятную среду в рамках городской жизни. Интегрированные системы озеленения особенно ценятся в тропических регионах и в регионах с умеренным климатом в летние месяцы. В таких климатических условиях растения очень хорошо растут, демонстрируя, таким образом, свои экологические преимущества. Однако, эти системы, могут не очень подходить для зон с жарким или засушливым климатом, где большинство растений может не переносить высокую температуру.

Различные системы, описанные выше, преследуют ту же цель интеграции растительности в интерьер зданий, однако существует несколько проблем, которые требуют внимания и технических решений. Эти проблемы включают:

1. Конструкция здания должна быть в состоянии выдерживать дополнительные нагрузки на крышу и/или стены, в зависимости от устанавливаемых систем озеленения.
2. Поверхности крыши, пола террасы/балкона неба и фасада должны быть надлежащим образом гидроизолированы, чтобы предотвратить проникновение корней и повреждения зданий.

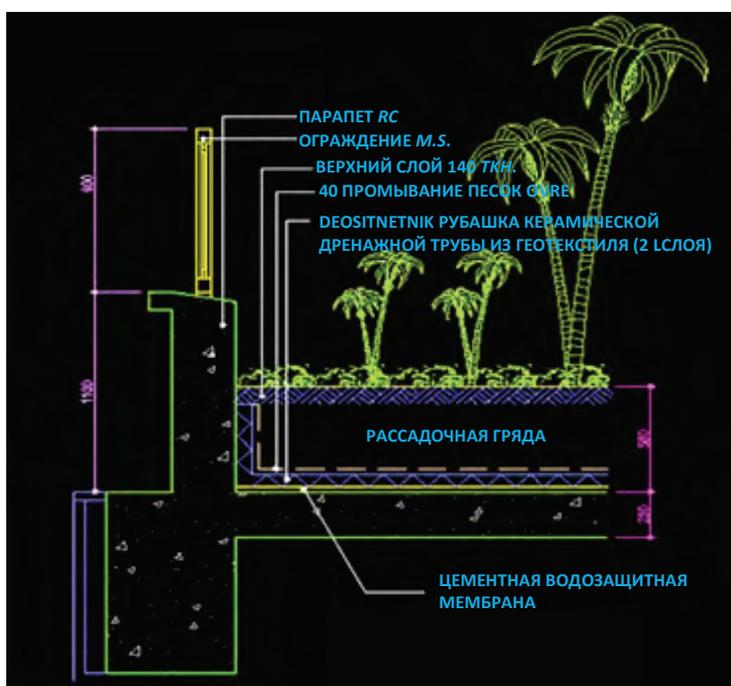
3. Необходимо следить, чтобы растения или ветви деревьев не падали с поверхностей зданий. Необходимые меры включают дополнительные регулярные процедуры по уходу за деревьями/растениями и соблюдение правил технического обслуживания.
4. Системы полива, хранения воды и дренажа должны разрабатываться, устанавливаться и эксплуатироваться в соответствии с местными климатическими условиями.
5. Субстрат и почва для растений должны быть легкими и соответствовать корневой системе растений.

Хотя есть общие требования к применению интегрированных систем озеленения, существуют определенные различия в основных эксплуатационных характеристиках:

**Зеленые крыши** лучше всего подходят для существующих зданий в городах. Это связано с тем, что их легковесная система и недоступность для посторонних не добавляют существенного мертвого груза на существующие крыши, и не вызывает проблем в плане безопасности. Для того, чтобы на ней можно было посадить растительность, крыша существующего здания должна быть относительно плоской с доступом для посадочных работ и периодического обслуживания.

**Сады на крышах и балконах и террасы** на крышах требуют соответствующего дизайна на ранней стадии разработки проекта для пространственных и структурных решений с учетом дополнительного мертвого груза и обеспечения доступа для отдыха и проведения досуга. Поэтому, эти системы, главным образом, устанавливаются в новых зданиях. Дизайн террас на крышах должен также учитывать соответствующую пропорцию «высота-глубина» для проникновения солнечного света. Эта пропорция меняется в зависимости от региона, широты и ориентации террасы. Считается, что в тропических регионах соотношение достаточно 1:1, независимо от ориентации террасы. Однако, в Восточной и Северо-Восточной Европе, неблагоприятно размещать террасы на крышах или сады на балконах на северной стороне здания, поскольку растения могут плохо расти при ограниченном доступе солнечного света. Аналогично, в далеких южных областях Южной Америки и Африки, террасы на крышах и сады на балконах должны располагаться на северной стороне зданий для обеспечения доступа солнечного света.

**Рисунок 4.11.4: Детальный чертёж сада на крыше в разрезе**



Зеленые фасады/стены можно располагать как на новых, так и на существующих зданиях. Они могут быть очень эффективными с точки зрения сокращения притока тепла, если их расположить на западном фасаде здания. Кроме того, они могут стратегически размещаться так, чтобы скрыть нежелательные элементы/компоненты зданий, такие как технические помещения для механического и электрического оборудования. Что касается систем для пересадки растений, их предварительно выращивают на соответствующих панелях-поддонах за, приблизительно, 3-8 месяцев, в зависимости от типа растений. После установки на месте, система панелей-поддонов может обеспечить мгновенный эффект пышной растительности. Однако, что касается вертикального озеленения, нужно отметить, что вьющиеся или ползучие растения могут потребовать до 3-12 месяцев выращивания на месте (Чанг (*Chiang*, 2009)).

**Рисунок 4.11.5: Система вертикального озеленения фасада, закрывающая машинное помещение производственного предприятия**



### **Статус выполнения и проникновение на рынок**

**Зеленые крыши:** Вследствие ограниченного преимущества – то есть, в связи с недоступностью для отдыха в свободное от работы время и требований к обслуживанию, зеленые крыши применяются не очень широко. Их используют, главным образом, при реконструкции существующих зданий с плоскими бетонными крышами. Такая конфигурация зданий лишь небольшой сегмент общего фонда существующих зданий. Поэтому, потенциал рынка ограничен.

**Сады и террасы на крышах и сады на балконах.** В связи с дополнительными затратами на изготовление опорных конструкций и с требованиями к обслуживанию, интегрированные системы озеленения создаются, в основном, на недавно построенных элитных зданиях. Однако,

потенциальный рынок для садов на крышах высок в регионах с тропическим климатом Китая и Индии, где высоки прирост населения и темпы урбанизации. В этих странах, с их плотно населенными городами, высокой ценой на землю и ее нехваткой, сады и террасы на крышах, а также сады на балконах обеспечивают альтернативное пространство для досуга и отдыха, улучшая, при этом, биоразнообразие.

**Рисунок 4.11.6: Сад на крыше позволяет видеть окрестности, дает возможность почувствовать единение с внешним миром, а также увеличивает покрытое растительностью открытое пространство в Колледже Института технического образования Востока, Сингапур**



**Зеленые фасады/стены:** Вследствие затруднительных требований по частому обслуживанию, зеленые фасады/стены применяются не очень широко и их проникновение на рынок ограничено. Они, реализуются, главным образом, в качестве эстетического достоинства институциональных зданий и комплексов розничной торговли и развлечений. Их экологические достоинства, зачастую, рассматриваются как вторичная цель. Однако, учитывая большую площадь застроек в городах, зеленые фасады/стены имеют огромный потенциал, который должен быть реализован в более широком масштабе, изменить экологическую ситуацию в плотно населенных городах к лучшему (GRHC, 2008).

**Рисунок 4.11.7: Растительность как составной компонент дизайна зданий в Университете управления в Сингапуре**



### **Возможность реализации**

Создание интегрированных систем озеленения более реально в городских условиях, особенно при высокой плотности, где недостаточно земли для садов и зеленых участков. Высокие цены на землю делают невозможным для застройщиков резервирование достаточных участков земли для устройства грунтовых садов, организации открытых пространств и мест для публики. Гораздо экономичнее создавать альтернативные озелененные участки, интегрированные со зданиями для отдыха и, в определенной мере, бытовой деятельности. Затраты на создание и содержание интегрированных озелененных пространств возмещаются высокой ценой на землю и ростом цены недвижимости.

Без содействия правительства, здания с интегрированными системами озеленения будут строиться хаотично небольшими застройщиками с социально и экологически зрелым сознанием. Научные обоснованные политические инструменты могут способствовать реализации систем интегрированного озеленения зданий. Например, в Сингапуре разрабатывается Коэффициент зеленых участков, как инструмент для выражения в цифрах преимуществ интегрированного трехмерного озеленения зданий. Вместо измерения обеспеченности зеленью строительной площадки в плане двухмерного участка, например, в процентах зеленого покрытия в Китае, Коэффициент зеленых участков служит для измерения индекса листовой поверхности на здании с использованием объемного подхода с учетом зеленых стен, крыш, террас на крышах, и т.д. (Онг и др. (Ong et al., 2003)). Коэффициент зеленых участков прописан в регламенте о строительстве – Кодексе экологической устойчивости зданий.

Государственные стимулы также необходимы для крупномасштабной реализации интегрированных систем озеленения зданий. В некоторых странах, правительства стимулируют застройщиков и владельцев зданий методами распределения издержек. В Сингапуре, например, Совет по национальным паркам администрирует Схему стимулирования зеленых крыш, в рамках которой правительство берет на себя до половины стоимости установки зеленых крыш, возмещая S\$75 за квадратный метр зданий в центре города (*NParks, 2010*).

Политики стимулирования одной системы озеленения могут послужить катализатором для широкой реализации других систем озеленения. Например, в Токио, правительство города продвигает сады на крышах путем программы по поддержке создания, по меньшей мере, 12 км<sup>2</sup> садов на крышах к 2011 г. За счет этой программы было создано много интегрированных систем озеленения. Зеленые фасады также вызывают большой интерес архитекторов, подрядчиков и застройщиков (*Даннетт и др. (Dunnett et al., 2008)*).

В регионах, где специалисты строительной отрасли и смежных с ней профессий не знакомы со строительством интегрированных систем озеленения, необходимо наращивание потенциала, прежде чем крупномасштабное внедрение технологий может быть осуществлено. Наращивание потенциала необходимо в следующих областях:

1. Планирование, наработка навыков проектирования и выбора растений с тем, чтобы строительство интегрированных систем озеленения положительным образом способствовало местному биоразнообразию и экосистеме
2. Методы установки (для технического персонала), включая обработку для придания водонепроницаемости и ирригационные системы
3. Правила технического обслуживания (владельцы здания и персонал административно-хозяйственного управления)
4. Производство и поставка легких компонентов для зеленых крыш и модулей зеленых фасадов/стен.

## **Вклад в социальное, экономическое и экологическое развитие**

Интеграция систем озеленения в здания приносит много положительного для экологического и социально-экономического развития городов и плотно населенной городской местности.

Экологические преимущества включают:

1. Сокращение притока тепла в здания в регионах с жарким климатом. Результаты исследований показывают, что зеленые крыши могут понижать температуру их поверхности на 30°C (*Вонг и др., (Wong et al., 2003)*). Аналогичным образом, зеленые фасады могут понижать температуру в непосредственной близости от них на 5.5°C, снижая на 50-70 % энергопотребление системой кондиционирования (*Пек и др. (Peck et al., 1999)*).
2. Сокращение эффекта локального перегрева в урбанизированной местности, затеняя теплопоглощающие поверхности зданий и конструкций из бетона, камня, металла, и т.д. Зеленые крыши могут сокращать температуру окружающего воздуха в непосредственной близости от них, приблизительно, на 4°C в тропических регионах (*Вонг и др. (Wong et al., 2003)*).
3. Поглощение взвешенных в воздухе частиц и улучшение качества воздуха в городской местности. Зеленые фасады/стены, расположенные около оживленных дорог, могут расщеплять и поглощать летучие органические соединения и несгоревшие углеводороды от

выхлопов транспортных средств (Чанг и др. (*Chiang et al.*, 2009)). Ползучие растения также могут хорошо улавливать и фильтровать пыль своими листьями (Джонстон и др. (*Johnston et al.*, 1993)).

4. Заботливое отношение и улучшение биоразнообразия в городах, особенно путем подбора местных видов растений и координации интегрированных систем озеленения, как большой городской сети озеленения.
5. Сокращение дождевых стоков во время ливней путем удержания ее и сохранения растительностью интегрированных систем озеленения.
6. Поглощение углекислого газа для фотосинтеза, т.е. растения выступают в виде поглотителей углерода.

**Рисунок 4.11.8: Продвижение городского биоразнообразия созданием зеленых полос, идущих от земли к саду на крыше в Сингапуре (Solaris, One North, Singapore)**



Преимущества, связанные с социальным развитием, включают:

1. Воспитание любви к природе и дружелюбного к ней отношения у пользователей зданий и городских жителей.
2. Предоставление альтернативных мест для отдыха и времяпровождения создание духа общности посредством возможности взаимодействия в условиях городской среды с ее высотными зданиями.

**Рисунок 4.11.9: Зеленая стена и растительность на крыше, как экологический буфер для жилого здания, выходящего на оживленную дорогу**



Экономическая выгода строительства интегрированных систем озеленения включает:

1. Сокращение нагрузки на кондиционирование здания, что позволяет снизить потребление энергии и, соответственно, экономить на затратах для владельцев/арендаторов зданий.
2. Улучшение конкурентоспособности зданий и увеличение стоимости недвижимости, благодаря их возросшей эстетической привлекательности и ощущения единения с природой (Чанг и др. (*Chiang et al.*, 2009)).
3. Сокращение суточных колебаний температур крыш зданий и фасадов, что ведет к сокращению степени расширения и сжатия материалов и, таким образом, продлевает срок службы крыш и фасадов зданий. Результаты исследования по тропическому региону показывают, что изменение дневной и ночной температуры стены типового бетонного здания составляет, приблизительно, 10°C, тогда как изменение температуры той же стены при условии озеленения составляет всего 1°C (Вонг и др. (*Wong et al.*, 2009)).
4. Обеспечение успешного функционирования новых цепочек поставок и создание новых рабочих мест для поддержки экологически ориентированной экономики.

**Рисунок 4.11.10: Зеленая стена помогает снизить суточные колебания температуры фасада здания.**



### **Финансовые требования**

Финансовые требования к созданию интегрированных систем озеленения зданий включают сумму первоначальных затрат на продукты и их монтаж на месте, а также затраты на текущее обслуживание. Эти затраты изменяются в зависимости от системы и региона. Далее приведены ориентировочные затраты и расчеты.

**Зеленые крыши.** Инвестиционная стоимость легкой, модульной системы озеленения крыши в Сингапуре колеблется от S\$150 до S\$400 за квадратный метр (*DLS, 2009*). В Китае ориентировочная начальная инвестиционная стоимость зеленых крыш колеблется от 200-1000 юаней за квадратный метр (*Китайские новости коммерческой недвижимости (China Real Estate News, 2010)*).

**Сады и террасы на крыше и сады на балконе.** Инвестиционные затраты изменяются в зависимости от того, насколько тщательно продуманы сады. Эти затраты схожи с затратами на создание обычного сада на уровне грунта плюс дополнительные затраты на усиление конструкции здания, обеспечение водоотталкивающего эффекта и системы дренажа. Затраты на обслуживание также выше по сравнению с садом на уровне грунта.

**Зеленый фасады/стены.** Инвестиционные затраты на зеленые фасады/стены изменяются в зависимости от системы. Стоимость системы несущих конструкций ниже стоимости системы

поддерживающих конструкций, находящейся в диапазоне S\$300-S\$2000 за квадратный метр. Этот диапазон стоимости не включает стоимости каркаса из конструкционной стали и системы капельного орошения. Предлагается, чтобы бюджет предусматривал возможность пересадки насаждений каждые 1-2 года (DLS, 2009).

### Практический пример

Сады на крыше многоэтажных автомобильных парковок с интегрированным озеленением стали популярной достопримечательностью государственного жилого фонда в перенаселенном Сингапуре с 2000 г., как результат реакции на нехватку земли в островном городе. Здесь максимально используется земля для автомобильной парковки (что позволяет решить проблему охраны окружающей среды, характерной для обычных наземных парковок), и одновременно создаются пышные зеленые сады на крышах домов для их жителей. На рисунке 4.11.11 показан типичный сад на крыше государственного жилого дома в Пангголе (*Punggol*). Крыша многоэтажной автостоянки покрыта интенсивной растительностью и доступна для жителей многоквартирных домов. Результаты исследования показывают, что растительность помогает избежать значительного повышения температуры поверхности крыши под жаркими лучами солнечного света. Температура на поверхности крыши, без растительности, может увеличиться до уровня 58°C, в то время как в районе сада на крыше поверхностная температура обычно ниже 31°C. Температура окружающего воздуха в саду на крыше может быть также на 4°C ниже по сравнению с крышей без растительности (Вонг (*Wong*, 2003)). Таким образом, сады на крыше обеспечивают не только озелененное место общего пользования для жителей, давая им возможность проводить там свое свободное от работы время, но и помогают понижать температуру окружающего воздуха и сокращать эффект «теплого острова» островного города.

Рисунок 4.11.11: Сад на крыше зоны государственного жилого дома в Пангголе, Сингапур



## 4.12 Гелиотехника

### Технология

Благодаря гелиотехнике, можно использовать такой возобновляемый источник энергии, как энергия солнца. Существует два технологических принципа, которые можно использовать для достижения этого:

1. Сбор тепловой энергии солнца (известный как, солнечный тепловой)
2. Преобразование света в электричество (через фотоэлектрический процесс).

В зданиях можно использовать оба принципа, как солнечный тепловой, так и фотоэлектрический (ФЭ) процесс. ФЭ применяются как фотоэлектрическая система, интегрированная в структуру коммунального обслуживания зданий (*BIPV*), системы солнечного дома (автономные, не подсоединенные к национальной сети) и солнечные зарядные станции. Системы солнечного дома и солнечные зарядные станции больше всего подходят для использования в сельских и отдаленных районах вдали от сети электроснабжения. В большинстве случаев системы *BIPV* подсоединены к электросети, что позволяет передавать в сеть избыток, выработанной ими энергии.

Солнечный тепловой водонагреватель. В самой простой форме эта система состоит из коллектора и бака для хранения воды. Коллектор представляет собой плоский окрашенный в черный цвет лист металла, к которому прикреплены металлические трубки. Металлический лист покрыт теплоизоляционным слоем и сверху накрыт стеклянной панелью для снижения конвективной потери тепла и защиты от погодных явлений. Трубка коллектора соединена с баком для воды, который установлен над коллектором. Коллектор поглощает тепловое солнечное излучение, которое передается циркулирующей в металлической трубке воде. Путем естественной конвекции нагретая вода поднимается и собирается в баке. На ее место в металлическую трубку автоматически поступает холодная вода.

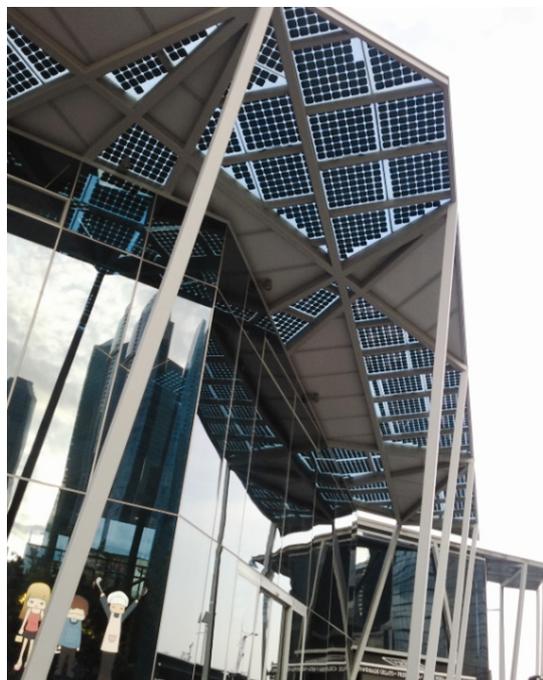
В последнее время использование тепловой солнечной энергии расширилось; стали применяться системы двойного назначения, сочетающие в себе нагрев воды и нагрев воздуха (комби системы). В зоне умеренного климата благодаря этим системам, можно сократить потребление энергии на отопление зданий в зимнее время. Один недостаток этих систем в том, что в жаркий летний сезон необходимо сбрасывать излишнее тепло. Найденное решение проблемы состоит в комбинировании систем солнечного охлаждения и комби систем; благодаря этому, максимально увеличивается использование солнечных тепловых технологий круглый год (Troï et al., 2008). В районах с жарким климатом разумно использовать солнечное охлаждение. Обычно пиковая потребность в охлаждении помещений совпадает с пиком солнечной радиации. Таким образом, крупномасштабное применение солнечного охлаждения поможет сократить пиковые нагрузки на системы электроснабжения.

**Рисунок 4.12.1: Солнечный тепловой водонагреватель (слева), фотоэлектрические панели (справа)**



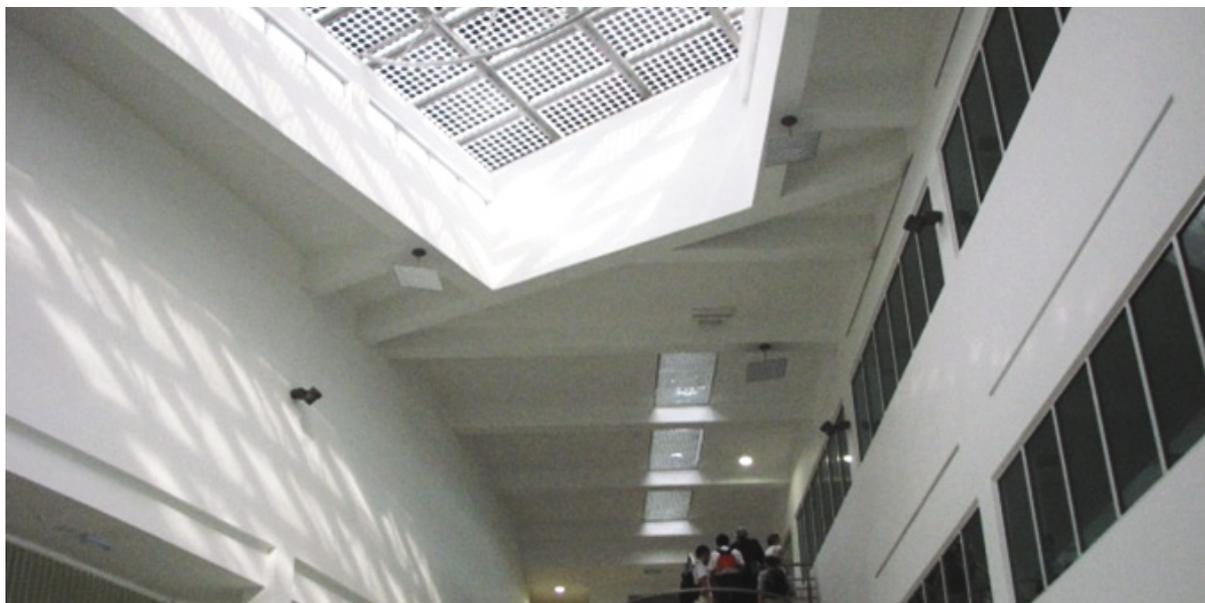
**Фотоэлектрические панели, интегрированные в структуру коммунального обслуживания зданий (BIPV).** Система *BIPV* состоит из ФЭ панелей и преобразователя переменного тока. Панель ФЭ состоит из нескольких собранных фотоэлементов, изготовленных из полупроводниковых материалов. При попадании на них солнечного света ФЭ модули вырабатывают постоянный ток (*DC*), который чаще всего преобразуется в переменный ток (*AC*), ту форму электричества, которую можно использовать в большинстве современных приборов и систем освещения. Переменный ток затем подводится в один из распределительных щитов здания или поступает в основную сеть энергосистемы. ФЭ панели, встроенные в крышу, фасад, остекление кровли или устройства затенения называются фотоэлектрической системой, интегрированной в структуру коммунального обслуживания зданий (*BIPV*). В *BIPV* ФЭ модули обычно используются в качестве заменителей других строительных элементов, таких как устройства затенения, что позволяет сократить некоторые затраты.

**Рисунок 4.12.2: ФЭ панели, как часть конструкции здания**



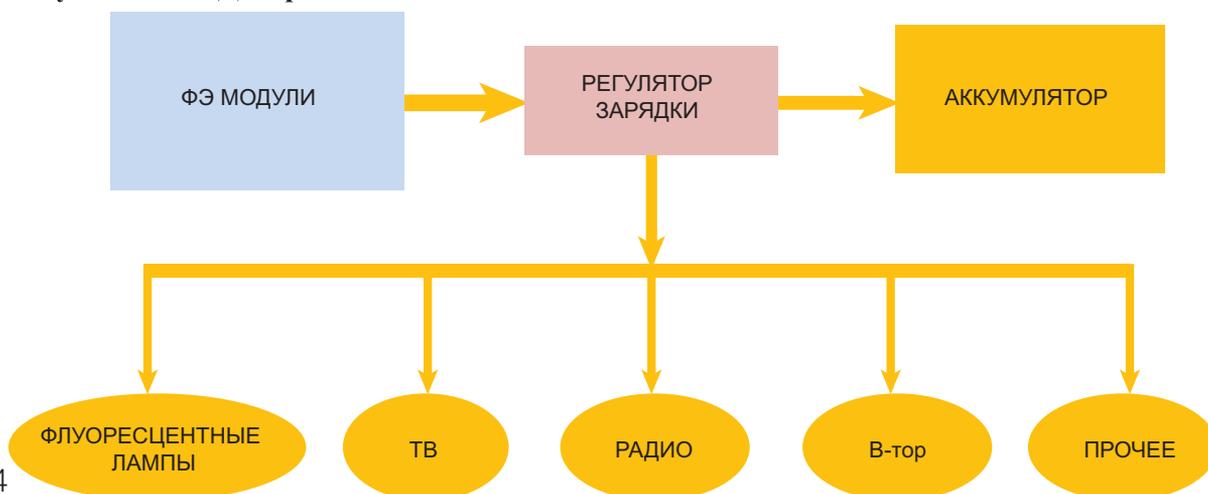
Хотя ФЭ считаются апробированной технологией, продолжается их исследование и разработка, особенно для повышения эффективности производства ими электричества и сокращения затрат на их изготовление. Используемые ФЭ технологии подразделяются на две общие группы: системы на основе кристаллического кремния и тонкопленочные системы. В большинстве производимых ФЭ панелей используются системы на основе кристаллического кремния; в то время как тонкопленочные панели являются более новой и менее эффективной технологией, однако они приобретают все большую популярность (EMA & BCA, 2009).

**Рисунок 4.12.3: BIPV: ФЭ модуль, вставленный между двумя стеклянными панелями над атриумом**



**Система солнечный дом.** Она разработана на основе фотоэлектрической технологии (ФЭ) и интегрирована в приборы, работающие на постоянном электрическом токе. Система наиболее пригодна для и чаще всего используется в отдаленных и сельских районах, которые не обслуживаются общей сетью электроснабжения (Гримшо и др. (*Grimshaw et al.*, 2010)). Применяется в деревнях и удаленных селениях в Африке и Азии. Обычно такая система состоит из ФЭ модуля с пиковой мощностью от 10 до 50 Вт, регулятора зарядки, аккумулятора и различных приборов, работающих на постоянном токе (например: флуоресцентных ламп, радио, телевизоров, вентилятора и т.д.).

**Рисунок 4.12.4: Диаграмма обычной системы солнечный дом**



**Солнечная зарядная станция.** Это - еще одно применение ФЭ технологий. Обычно солнечная зарядная станция состоит из ФЭ модулей, которые вырабатывают электричество, регулятора зарядки для нормализации напряжения и аккумуляторной батареи для накопленного постоянного тока. Электричество из аккумулятора затем может использоваться для зарядки батарей для различных целей: освещения, зарядки мобильных телефонов и других приборов, работающих на постоянном токе.

### Требования для применения

Эффективность работы солнечных технологий выше в районах, где интенсивность солнечного освещения наивысшая, и продолжительность светового дня большая. Для установки солнечных тепловых и ФЭ технологий больше всего подходят крыши зданий. До установки большого числа солнечных панелей необходимо убедиться в прочности конструкции крыши и ее способности выдержать вес панелей. Также должен быть обеспечен доступ для техобслуживания. Рекомендуется проводить профилактический осмотр и обслуживание каждые 6 – 12 месяцев. При осмотре следует проверять наличие повреждений, скопления грязи или возможного затенения (*BCA & EMA, 2009*).

**Солнечный тепловой водонагреватель.** Эти системы чаще всего используются в застроенных районах с устойчивым водоснабжением. Для автоматической работы солнечных тепловых водонагревателей необходимо устойчивое водоснабжение. Давление воды в системах водоснабжения должно быть достаточно высоким, чтобы вода автоматически набиралась в нагревательные трубки. Давление обеспечивается в системе централизованного городского водоснабжения или создается на месте путем накачивания воды насосом выше уровня установленного солнечного теплового водонагревателя. Во втором случае необходимо электричество для подкачки воды, из-за этого снизится экономичность системы и ее энергоэффективность. После установки солнечным тепловым водонагревателям не требуется значительное профилактическое обслуживание.

**Рисунок 4.12.5: Солнечная тепловая система, установлена на крыше здания**



**BIPV, системы солнечного дома и солнечные зарядные станции.** Основная технология этих трех систем – ФЭ. Основное условие для использования ФЭ – освещенность местности солнцем и отсутствие затенения. Это необходимо потому, что ФЭ модули, особенно на основе кристаллического кремния, очень чувствительны к затенению. Рассмотрим для примера модуль, состоящий из 36 ФЭ элементов. Если один из элементов затенен, он не будет вырабатывать

электричество, а может потреблять электричество, вырабатываемое другими элементами, потому что все они последовательно соединены. В этом случае выработка электричества модулем в целом может сократиться до 50%. Поэтому не следует допускать затенения. Следует применять профилактические меры, такие, как уход для очищения поверхности модулей от накопившейся пыли и / или птичьих экскрементов.

Для получения максимальной энергии ФЭ панели необходимо устанавливать обращенными к солнцу. В зонах умеренного климата, в Восточной Европе, ФЭ панели следует устанавливать под нужным наклоном, обращенными к югу. А в тропических регионах, особенно вблизи экватора, больше всего энергии солнца попадает на плоско лежащие ФЭ панели. Однако если ФЭ панели установлены совершенно плоско на поверхности, самоочищение происходит хуже, и накапливается пыль, которая со временем создает затенение и снижает производительность систем. Полезна и приемлема установка панелей под небольшим углом наклона, 3 – 5 градусов, тогда дождевая вода сможет нормально стекать и способствовать самоочищению панелей. В любом случае за панелями необходим постоянный уход.

### **Состояние реализации и развитие на рынке**

Солнечная энергия, используемая гелиотехникой, считается наиболее перспективным возобновляемым источником энергии. По оценке Международного энергетического агентства, к 2030 году доля солнечной энергии в удовлетворении глобального спроса на электричество увеличится до примерно 1 % с 0,02% в 2007 году. Как сообщает МГЭИК, в 2003 г. площадь установленных по всему миру солнечных коллекторов для получения энергии для отопления и нагрева воды превышала 132 миллиона квадратных метров (Levine et al., 2007). Почти 51,4 миллиона квадратных метров находится в Китае, 12,7 миллиона квадратных метров – в Японии, и 9,5 миллиона квадратных метров – в Турции (Weiss et al., 2005). Признавая большое будущее солнечной энергии, правительства стран мира уделяют этому внимание и готовятся к масштабному внедрению. В таком случае для гелиотехники создается значительный потенциал развития на рынке. К примеру, с 2005 по 2007 год ежегодные темпы роста площади установленных солнечных панелей в Китае составляли примерно 27% (Аббапур и др. (*Abbaspour et al.*, 2005)). Первоначально рынок гелиотехники в Китае был нацелен на установки в деревнях и небольших городах, а в последние годы получил большое развитие в городских районах.

Существующие и потенциальные рынки масштабного внедрения гелиотехники находятся в селах и районах, не обслуживаемых общими электросетями. В этих районах затраты на установку гелиотехники обычно вполне обоснованы по сравнению с высокой стоимостью расширения национальной электросети или строительством электростанции.

**Солнечный тепловой водонагреватель.** Солнечные тепловые водонагреватели широко распространены на рынке по сравнению с ФЭ технологиями, которые считаются более дорогими. Как сообщается, например, в Жичжао, Китай, 99% домашних хозяйств используют солнечные тепловые водонагреватели (Гримшо и др. (*Grimshaw et al.*, 2010)).

Горячее водоснабжение в зонах с тропическим климатом может считаться не столь принципиальным и даже роскошью, например, в Африке. Как отмечается, солнечные тепловые водонагреватели, в основном, приобретают домашние хозяйства с высоким доходом и крупные коммерческие предприятия, такие как, гостиницы (Каркези (*Karekezi*, 2002)). Использование горячей воды и, следовательно, потребность в солнечных тепловых водонагревателях и рынок для них представляет

большую актуальность в районах с прохладным климатом, деревнях или городах стран северо-восточной Европы, горных районах Анд и Гималаев (*SEPCO*, 2010).

**ФЭ технологии.** По сравнению с тепловыми солнечными технологиями технологии на основе ФЭ, такие как *BIPV*, системы солнечный дом и солнечные зарядные станции требуют больших капитальных затрат, строгого соблюдения правил монтажа из-за чувствительности к затенению. Поэтому развитие ФЭ технологий в настоящее время ниже. Однако, как показывают исследования, потенциал для гелиотехники почти во всех развивающихся странах огромен. Например, во многих регионах Африки 325 дней в году с интенсивным солнечным светом. Поэтому с одного квадратного метра в день можно получать более 6 кВтч энергии (Гримшо и др. (*Grimshaw et al.*, 2010)).

Будущие рынки для ФЭ технологий – города, особенно когда ведущими станут интеллектуальные электросети и политика стимулирования тарифов на поставку энергии в сеть.

### **Возможность для внедрения**

Как показывает опыт, главные первые шаги для всестороннего внедрения гелиотехники - наличие активной организационной поддержки, особенно, стимулирующей политики и механизмов. К ним относятся, но не ограничиваются ими, следующие механизмы:

1. Сокращение/ ликвидация субсидий на электричество, полученное с использованием ископаемого топлива.
2. Сокращение/ ликвидация тарифов на импорт комплектующих для гелиотехники.
3. Ясные и четкие планы расширения центральной сети на сельские и отдаленные районы и информирование населения об этих планах. Это необходимо для расчета срока полной окупаемости инвестиций и принятия решений об инвестициях и внедрения автономной гелиотехники, такой как, система солнечный дом и солнечные зарядные станции.
4. Создание интеллектуальных электрических сетей и установление стимулирующих тарифов на поставку энергии в сеть (в городских районах) как платформы для развития внутрисетевого использования ФЭ технологий, таких, как *BIPV*.

В регионах, где гелиотехника не внедрена или внедрена лишь в особых случаях, исследования и разработки представляют собой важный первый шаг для обоснования внедрения. Приоритет следует отдавать таким областям, как:

1. Использование солнечного излучения, интенсивность и продолжительность солнечного освещения в различные сезоны.
2. Исследование наиболее приемлемых, эффективных и экономичных видов гелиотехники и продуктов для масштабного внедрения.
3. Создание действенных бизнес моделей и финансовых механизмов для приемлемой окупаемости инвестиций.

Эти мероприятия можно проводить, создав исследовательский институт, в котором могут сотрудничать органы местного самоуправления и университеты.

Следует развивать потенциал специалистов-строителей в области технических знаний и методов проектирования, техников - в области монтажа, владельцев домов и зданий и эксплуатационного персонала - в области профилактического осмотра и обслуживания.

## **Вклад в социальное, экономическое и экологическое развитие**

Гелиотехнике принадлежит важная и перспективная роль в смягчении последствий изменения климата, так как она заменит собой производство электроэнергии из ископаемого топлива. К примеру, типичная система солнечного дома мощностью 10 – 50 Вт (максимальная мощность), заменив ископаемое топливо, непосредственно вытеснит в год 0,15 – 0,3 тонны CO<sub>2</sub> (Kaufman, 1990).

Что касается социального развития, благодаря гелиотехнике, повышается качество жизни и улучшается состояние окружающей среды. В горных районах Гималаев и Китае солнечные тепловые водонагреватели обеспечивают горячей водой миллионы людей. С использованием систем солнечного дома, отпадает необходимость запасать и сжигать керосин для освещения, что улучшает состояние здоровья и снижает опасность пожаров для жителей в Африке и сельских районах Азии. Благодаря гелиотехнике, в сельских районах обеспечивается доступ к информации и развлечениям, так как можно слушать радио и смотреть телевизор.

Что касается экономического развития, домашние хозяйства и региональная/ национальная экономика получают прямую выгоду. В четвертом оценочном докладе МГЭИК сообщается, что в Японии *BIPV* могут выработать достаточно энергии для удовлетворения 15% национального спроса на электричество, а в США - 60% (Levine et al., 2007). Для домашних хозяйств использование *BIPV* дает сокращение ежемесячных расходов на электричество и позволяет владельцам домов продавать избыток энергии в сеть. Внедрение солнечных зарядных станций создает возможности для новых экологически безопасных предприятий. Через развитие потенциала крупномасштабное применение гелиотехники обеспечивает новые специальности и источники дохода местным рабочим. Как показали исследования, инвестиции в гелиотехнику создадут новые рабочие места даже в богатых нефтью ближневосточных странах таких, как Иран (Аббаспур и др. (Abbaspour et al., 2005)).

## **Финансовые требования**

Финансовые требования для гелиотехники включают затраты на инвестиции в продукты и установку и затраты на эксплуатацию. В целом, ожидается, что благодаря рыночному спросу, стимулирующему совершенствование технологии и рост массового производства, затраты на инвестиции в гелиотехнику будут снижаться. Затраты на комплектующие детали также колеблются в зависимости от того, производятся ли они на месте или импортируются. Далее приводятся некоторые ориентировочные цифры и соображения.

**Солнечный тепловой водонагреватель.** В Карибском регионе солнечный тепловой водонагреватель для обычного домашнего хозяйства стоит от 1500 долларов до более 2000 долларов. На большинстве островов Карибского региона эти начальные инвестиции окупаются за 2 – 2,5 года (Escalante, 2007). В Индии инвестиционные затраты на солнечный тепловой водонагреватель составляют от 15000 до 45000 рупий.

**BIPV.** Первоначальная инвестиционная стоимость системы *BIPV* высока, а операционные расходы в гарантийный период незначительны. Как правило, после гарантийного периода ежегодные эксплуатационные расходы могут составлять от 0,5% до 1% от инвестиционных затрат. Отмечается также, что по имеющимся сведениям затраты на ФЭ снижались на 4% ежегодно. Если эта тенденция сохранится, через 10 лет ФЭ станут конкурентоспособной технологией (EMA & BCA, 2009). В

Сингапуре инвестиционная стоимость ФЭ колеблется от 8 до 12 сингапурских долларов на Вт, а обычный гарантийный период составляет 25-30 лет (DLS, 2009).

**Системы солнечный дом.** В Африке инвестиционные затраты на полный солнечный дом составляют от 250 до 630 долларов (Davies, 2010). Как сообщается, система солнечный дом в Африке в сочетании с необходимыми финансовыми механизмами окупается менее чем за 2 года (Гримшо и др. (*Grimshaw et al.*, 2010)).

### **Анализ конкретных случаев**

Учебное заведение *Barefoot College* в Тилонии, Индия, известно по двум причинам, благодаря гелиотехнике. Во-первых, университетский городок полностью обеспечен только полученным от солнца электричеством. Система сконструирована и построена группой жителей Тилонии для своего сельского сообщества. Университетский городок располагает ФЭ модулями на 45 кВт и 5 аккумуляторами. ФЭ системы производят энергию для 500 светильников, вентиляторов, копировальной машины, 30 компьютеров и принтеров (веб сайт *Barefoot College*). Во-вторых, *Barefoot College* предлагает уникальные программы подготовки гелио-инженеров и техников для сельских жителей, мужчин и женщин.

Программы подготовки этого заведения распространились за пределы Индии в Афганистан, Иорданию и Африканские страны. В программе могут обучаться только студенты из сельских и отдаленных районов, не имеющие формального школьного образования. Обычно студенты занимаются 6 месяцев в *Barefoot College*, знакомятся с гелиотехникой, а затем возвращаются домой, и возглавляют работу по внедрению гелиотехники в своих общинах. Финансовая помощь студентам оказывается межправительственными программами поддержки, такими, как Программа Индийского технического и экономического сотрудничества (Luck, 2010).

## **4.13 Ветровые турбины, интегрированные в конструкцию зданий**

### **Технология**

Ветроэнергетику можно подразделить на две категории: макро ветровые турбины, установленные для крупномасштабного производства электроэнергии, например: ветровые парки, и ветровые микро-турбины для местного производства электричества. Ветровые микро-турбины пригодны для использования в зданиях и называются ветровыми турбинами, интегрированными в конструкцию зданий. Основные части ветровых турбин – лопасти, ротор, редуктор и генератор. Малые ветровые турбины обычно проектируются с горизонтальной осью, их также называют *HAWT*. Все большее распространение получают турбины с вертикальной осью (*VAWT*), так как для их монтажа не нужна высокая башня, и они выглядят более эстетично. А также *VAWT* работают не так шумно (и дают меньше шумового загрязнения).

**Рисунок 4.13.1: Ветровая турбина с горизонтальной осью (НАВТ)**



Ветровые турбины могут либо подсоединяться к сети, либо работать автономно. Для работающих автономно ветровых турбин требуется аккумулятор для хранения избытка электричества, что, таким образом, обеспечивает устойчивое снабжение электричеством. Автономные турбины наиболее приемлемы для сельских и отдаленных районов, отдаленных деревень и малых изолированных островов, где нет доступа к центральной электросети. Обычно, если ветровые турбины подсоединены к сети, требуются преобразователи для преобразования выработанного постоянного тока в переменный ток для подачи в сеть и использования в работающих на переменном токе приборах. Технологии постоянно совершенствуются, и современные ветровые турбины могут также вырабатывать переменный ток.

К последним достижениям в создании ветровых турбин, интегрированных в конструкцию зданий, относятся повышенная надежность, повышенная эффективность при малой скорости ветра и снижение капитальных затрат. Лопастей ветровых турбин теперь проектируется из легких материалов и с учетом аэродинамических принципов для чувствительности к небольшим движениям воздуха. Благодаря магнитоэлектрическим генераторам на основе постоянных магнитов с использованием редкоземельных металлов, создаются легкие и компактные системы, для которых достаточна минимальная рабочая скорость ветра. Таким образом, можно вырабатывать электричество даже при скорости ветра несколько метров в секунду.

Для повышения привлекательности микро-турбин с целью интегрирования в конструкцию зданий их дизайн и исполнение также становятся все более привлекательным визуально без ущерба для производительности. Преследуется и такая цель, как снижение/ устранение шума от вращения лопастей и шума генератора. Для достижения этого используются конструкция лопастей с низким шумом, а вокруг генератора - изоляторы вибрации для снижения звука и звукопоглощающие материалы. И, наконец, упрощение компонентов / систем ветровых турбин также повышает

привлекательность использования ветровых турбин и снижает эксплуатационные расходы. Для этого преобразователи встраиваются в обтекатели (EWEA, 2009).

Для снижения производственных затрат, трудозатрат и повышения качества изготовления в производстве лопастей применяются передовые методы, такие, как литье под давлением, прессование, реакционное литье под давлением.

Разработка ветряных электростанций для дома, *WHS*, на основе идеи солнечного дома относится к растущим тенденциям (см. Раздел 4.12). Обычная ветряная электростанция для дома состоит из ветровой микро-турбины, батареи и различных электрических приборов, работающих на постоянном токе. Как показывают исследования, в прибрежных зонах островов с частыми ветрами (например: острова Кутубдия и Сент Мартин в Бангладеш) более рентабельно использовать *WHS*, а не системы солнечного дома (Хадем (*Khadem*, 2006)).

### Требования для применения

Микро *VAWT* устанавливаются в местностях с частыми ветрами. До установки ветровой турбины важно собрать сведения о параметрах ветра в непосредственной близости от здания или площадки для ветровой турбины. На основании таких параметров ветра можно правильно выбрать вид турбины и место установки для более эффективной выработки электричества. Важное требование – местный ветровой режим, который должен соответствовать минимальной рабочей скорости ветра, расчетной скорости ветра и проектной скорости ветра для отключения ветровой турбины.

До установки ветровых турбин, особенно если их много, на крыше здания, важно удостовериться в крепости крыши и ее способности выдержать дополнительную нагрузку. Такая нагрузка включает вес ветровых турбин и вибрацию при их работе. Следует применять технологии поглощения вибрации, чтобы не допустить повреждения здания и снизить вибрационный шум внутри него. Ветровые турбины устанавливаются на самой высокой точке здания, поэтому необходимо установить защиту от повреждения в случае попадания молнии. Также должен быть обеспечен доступ для обслуживания.

**Рисунок 4.13.2: Ветровые микро-турбины, интегрированные в здания в городском районе**



## Состояние реализации и развитие на рынке

В последние годы рынок ветроэнергетики демонстрировал значительный рост по всему миру. С 2003 по 2007 годы средний прирост мощностей ветровых энергетических станций во всем мире составлял примерно 25% в год (мощности выросли с 40000 МВт в конце 2003 г. до 94000 МВт в конце 2007 г.) (EWEA, 2009). Как известно, самый большой рынок для малых ветровых турбин – Китай (REN21, 2009). В странах, прилегающих к экватору, развитие рынка ветровых турбин невелико из-за небольших колебаний температуры в течение года, естественного явления, создающего небольшую скорость ветра по сравнению с более отдаленными от экватора регионами.

Первоначально рынком для ветровых микро-турбин были деревни и застройки на прибрежных островах и отдаленные районы в сельской местности. В этих районах затраты на установку ветровых микро-турбин обычно вполне обоснованы по сравнению с высокими затратами на инфраструктуру для расширения национальной электросети или строительство электростанции. В качестве примера можно привести Внутреннюю Монголию, где уже установлено около 250000 ветровых микро-турбин, и использование *WHS* считается нормой. Во Внутренней Монголии производственные возможности составляют примерно 40000 установок в год (EWEA, 2009). В жилых и промышленных зданиях городских районов широко используются ветровые микро-турбины, подключенные к центральной сети. По оценкам Европейской ассоциации ветровой энергетики (2009), этот сектор рынка будет быстро расширяться вследствие тенденции роста цен на энергию и роста спроса на производство электроэнергии на месте.

## Возможность для внедрения

В регионах, где ветроэнергетика не использовалась, исследования и разработки представляют собой важный первый шаг для масштабного внедрения ветровых турбин, интегрированных в конструкцию зданий. В частности, для понимания скорости, частоты и направления ветра на разных высотах и в различных условиях необходима карта ветра. Без таких данных невозможно определить возможность внедрения ветроэнергетики в конкретных районах и подходящие для них типы ветровых турбин. Если выводы технического обоснования будут положительными - с реалистичной окупаемостью инвестиций, понадобятся поддерживающие меры политики и финансовые механизмы, чтобы обеспечить рентабельность ветровых турбин, интегрированных в конструкцию зданий, для масштабного внедрения владельцами зданий, застройщиками и другими специалистами и коммерческими организациями. К этим мерам политики относятся, но не ограничиваются ими, следующие.

1. Сокращение/ ликвидация субсидий на поставку электричества, полученного с использованием ископаемого топлива.
2. Снижение / ликвидация тарифов на импорт комплектующих для ветровых турбин.
3. Ясные и четкие планы расширения центральной сети на сельские и отдаленные районы и информирование населения об этих планах. Это необходимо для расчета срока полной окупаемости инвестиций и принятия решений об инвестициях и внедрения автономных ветряных электростанций, включая ветряные электростанции для зданий.
4. Создание интеллектуальных электрических сетей и установление стимулирующих тарифов на поставку энергии в сеть (в городских районах) как платформы для развития внутрисетевого использования ветровых турбин.

Помимо стимулирующей политики, описанной выше, местные строительные ведомства должны регулировать установку ветровых турбин, интегрированных в конструкцию зданий по следующим аспектам:

1. Безопасность сооружений
2. Контроль шумового загрязнения
3. Подключение к сети
4. Принципы проектирования городского пейзажа.

Развитие потенциала, особенно в перечисленных далее областях, - другой важный для масштабного внедрения ветровых турбин, интегрированных в конструкцию зданий, фактор.

1. Технические знания для расчета, моделирования и размещения ветровых турбин в подходящих местностях чтобы максимально увеличить их эффективность и эстетически интегрировать в здания на фоне городского пейзажа.
2. Приемы и способы монтажа – для местных рабочих.
3. Порядок техобслуживания - для владельцев зданий и сотрудников технического обслуживания сооружений.
4. Производство ветровых микро-турбин и комплектующих для них. Это обеспечит производство продуктов на месте, причем со сниженным выделением углерода в процессе строительства. И в то же время через создание новых рабочих мест и источников дохода поддерживается местная зеленая экономика.

### **Вклад в социальное, экономическое и экологическое развитие**

Энергия ветра – один из основных возобновляемых источников энергии, имеющих для освоения. Как один из способов смягчения последствий изменения климата, внедрение ветровых турбин, интегрированных в конструкцию зданий, вносит положительный вклад в сохранение окружающей среды.

Технология ветряных электростанций, особенно используемая в домашних ветряных электростанциях, способствует социальному развитию, потому что она - также как и системы солнечного дома - повышает качество жизни населения отдаленных островов и сельских районов (См. Раздел 4.12). Благоприятные эффекты включают следующее.

1. Улучшение состояния окружающей среды и снижение опасности пожаров, так как отпадает необходимость использовать керосин для освещения.
2. Обеспечение доступа к информации и развлечениям, так как можно слушать радио и смотреть телевизор.

Благодаря внедрению ветровых турбин, интегрированных в конструкцию зданий, создаются возможности местного экономического развития, в том числе следующее.

1. Благодаря более низкой стоимости электричества, снижается финансовое бремя на домашние хозяйства
2. Возможности для домашних хозяйств и владельцев зданий продавать излишек энергии в сеть
3. Новые профессии и возможности трудоустройства для местных трудовых ресурсов.
4. Механизм для роста местной зеленой экономики.

## Финансовые требования

Финансовые требования для внедрения ветровых турбин, интегрированных в конструкцию зданий, включают затраты на инвестиции и затраты на эксплуатацию. Затраты на инвестиции включают в себя не только затраты на продукты и их монтаж, но и на работы по техническому обоснованию и проектированию систем. Одна из важнейших работ – анализ (для существующих зданий) и прогнозирование (для зданий на этапе проектирования) параметров ветра на здании и вокруг него для того, чтобы определить обоснованность и место установки турбины.

Затраты на комплектующие детали ветровых турбин широко колеблются в зависимости от типа, расчетной производительности и местного производства. Окупаемость инвестиций в значительной степени зависит от фактических параметров ветра и производительности на месте, и в некоторой степени – от привлекательности тарифа на поставку энергии в сеть и местной цены на электричество.

## Анализ конкретных случаев

### *Бахрейнский всемирный торговый центр, Манама, Бахрейн*

Бахрейнский всемирный торговый центр – яркий пример использования ветровых турбин, интегрированных в конструкцию коммерческого здания. В этом небоскребе имеется три *НАИТ*, каждая с диаметром ротора 29 метров. Они интегрированы в крытые переходы, соединяющие 50-этажные башни. Турбины смонтированы на высоте 60, 98 и 136 метров.

Форма башен подверглась многочисленным испытаниям с использованием аэродинамической трубы и была усовершенствована для достижения максимальной производительности турбин. Башни создают воронку, повышают скорость морского ветра и направляют его поток перпендикулярно оси ротора турбины. В проекте предусмотрена установка небольших кранов на опорных мостах для техобслуживания ветровых турбин и замены деталей.

Общая стоимость ветровых турбин, интегрированных в конструкцию здания, составила примерно 3,5% общей стоимости проекта. Ежегодно тремя ветровыми турбинами вырабатывается от 1100 до 1300 МВт и обеспечивается 11% - 15% потребности здания в электричестве (Designbuilt-network.com, 2010).

## 4.14 Управление энергопотреблением и повышение эффективности

### Технология

После внедрения в здании различных мер энергетической эффективности можно приступить к организации управления энергопотреблением и повышением эффективности, которые представляют собой набор средств, позволяющих следующее:

1. Обеспечить эффективность энергетических систем, предусмотренную проектным замыслом, путем правильного ввода в эксплуатацию объекта при сдаче.
2. Контролировать и оценивать энергетическую эффективность, и управлять ею для оптимизации удобства пользователей и функций здания. И в то же время обеспечивать энергетическую эффективность через систему управления энергопотреблением здания (СУЭЗ).
3. Совершенствовать энергетическую эффективность здания путем контракта на повышение энергоэффективности (КПЭ) с квалифицированной энергосервисной компанией (ЭСКО).

**Изначально ввод в эксплуатацию означал** испытание и устранение неполадок в системах отопления, вентиляции и кондиционирования (ОВК) здания для приведения в соответствие установленным стандартам, которое выполняется до приемки здания владельцем. Сегодня ввод в эксплуатацию учитывает «интегрированную природу всех систем, касающихся эксплуатационных характеристик зданий, воздействующих на устойчивость, продуктивность на рабочем месте, безопасность и защищенность пользователей» (US GSA, 2005). Ввод в эксплуатацию считается процессом контроля качества, предполагающим правильное функционирование и эффективность всех технических систем и элементов зданий во время передачи в эксплуатацию. Во многих странах ввод в эксплуатацию - общепринятый и обязательный процесс, требуемый строительными нормами и правилами. Разработаны инструменты в помощь работам по вводу в эксплуатацию, это могут быть, как простые контрольные перечни, так и сложные матричные таблицы. В матричных таблицах различные аспекты ввода в эксплуатацию сгруппированы по этапам строительства здания: от проекта до эксплуатации. В помощь проведению работ по вводу в эксплуатацию разработаны разнообразные вычислительные средства. Например, для пользователей *Microsoft Excel* разработана матрица *MQC\_JP*. Она позволяет хранить многочисленные данные, и проста в навигации. Матрицу *MQC\_JP* можно настроить для конкретного проекта (IEA, 2008).

**Система управления энергопотреблением здания (СУЭЗ)** – автоматизированная система, устанавливаемая в зданиях. СУЭЗ объединяет блок управления и контроль механических и электрических систем внутри здания в единую стратегию контроля и оптимизации энергопотребления, удобства и т.д. СУЭЗ управляет такими системами и подсистемами, как холодильники, контроль оптимизации работы устройств, выключатели освещения и регуляторы освещенности, контроль воздуха в помещении, сантехника, и другие электрические системы. СУЭЗ позволяет упреждающе реагировать на аварийные сигналы и отслеживать источники проблем. СУЭЗ также собирает, анализирует и контролирует показатели внутри зданий: температуру, влажность, уровень углекислого газа, освещенность помещений и другие параметры по всему зданию. Компоненты СУЭЗ обычно размещаются в четырехуровневой системе:

1. Сенсоры, выключатели на уровне оборудования на местах
2. Удаленные станции и дискретные регуляторы на уровне системы управления
3. Центральная станция с автоматизированной системой на операционном уровне
4. Информационное взаимодействие центральной станции с управленческим уровнем через интерфейсы.

В самых современных вариантах СУЭЗ используются последние достижения интеллектуальных технологий и средств связи, такие, как беспроводные технологии. Благодаря этому, расширяются возможности СУЭЗ. Например, оптимизация энергоэффективности через взаимодействующие службы и динамическое регулирование многочисленного оборудования и технологических систем. К передовым методам относятся также информационное взаимодействие сенсоров, приоритезация информации, зависимые от контекста и адаптируемые при эксплуатации, и другие (European Commission, 2009). Например, сенсоры освещенности в помещениях могут посылать сигналы в СУЭЗ о степени облачности. Затем система анализирует данные от датчиков движения, чтобы определить, используется ли помещение и решить, необходимо ли включить дополнительное искусственное освещение. Такие данные также используются для решения о выключении или продолжении работы кондиционирования воздуха в помещении.

**Контракт на повышение энергоэффективности (КПЭ)** – метод закупок на основе результатов деятельности и финансовый механизм для обновления здания. Сэкономленные платежи

за коммунальные услуги за счет установки новых систем, снижающих энергопотребление, средства используются на покрытие затрат проекта по обновлению здания. Контракт на гарантированное повышение энергоэффективности содержит условия, обязывающие подрядчика, квалифицированную энергосервисную компанию (ЭСКО), уплачивать разницу, если в какое-то время гарантированная экономия не достигнута (EPC Watch, 2007). ЭСКО обеспечивает интегрированные решения для достижения энергоэффективности и, таким образом, сокращения затрат. Деятельность ЭСКО включает следующее:

1. Проведение энергетического аудита
2. Услуги консультирования для повышения энергоэффективности
3. Эксплуатацию установок и уход за ними
4. Управление технической эксплуатацией здания, управление энергопотреблением, включая контроль и управления спросом
5. Модернизацию / обновление потребляющего электричество оборудования
6. Обеспечение энергоснабжения и теплового снабжения от систем централизованного отопления/ кондиционирования, ко-генерации или тригенерации.

Оплата ЭСКО зависит от эффективности внедренных решений (KPMG, 2009).

### **Требования для применения**

Управление энергопотреблением и повышение эффективности может применяться в условиях всех климатических зон. Эти методы наиболее приемлемы для зданий коммерческого назначения (офисов, арендных помещений, гостиниц и т.п.) и крупных комплексов смешанного назначения со сложными технологическими системами, требующими системного подхода в управлении.

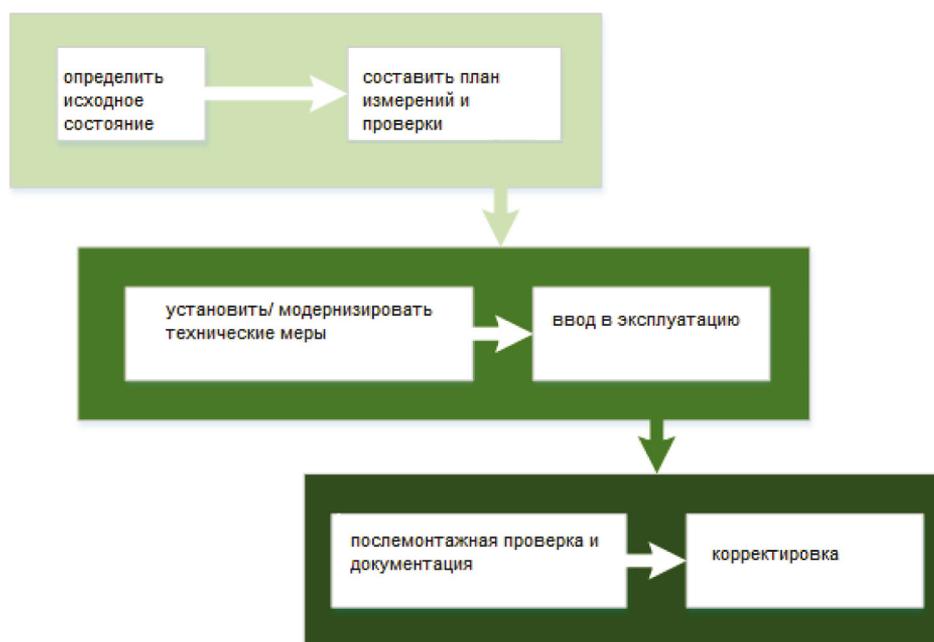
Передовая практика ввода в эксплуатацию при приемке зданий обычно включает проверку эффективности по отношению к тому, что закладывалось на этапе проектирования, обязательную инспекцию установок на месте, испытание всех технических систем и исправление любых отклонений. Для ввода в эксплуатацию передовых технологий/ систем требуется подготовка эксплуатационного персонала и инструктирование потенциальных пользователей. Во время процедуры ввода в эксплуатацию также предоставляется руководство пользователя, в котором объясняется порядок работы сложных технических систем. В передаче в эксплуатацию сложных и масштабных зданий также участвует независимый агент по сдаче в эксплуатацию. Благодаря участию третьей стороны, можно устранить невидимые на первый взгляд неточности, которые в противном случае могут быть обнаружены только после заселения и вступления во владение зданием (Lohnert et al., 2003).

Введение здания в эксплуатацию – неотъемлемая часть надежного строительного контракта. А для системы управления энергопотреблением здания (СУЭЗ) и контракта на повышение энергоэффективности (КПЭ) требуется поддержка застройщиков и владельцев. Для оптимизации потенциала и экономической эффективности СУЭЗ лучше всего предусмотреть на этапе проектирования. Затем эту информацию можно включить в чертежи и спецификации, прилагаемые к контракту на строительство. На этапе эксплуатации здания для проведения СУЭЗ и мониторинга требуется специальный персонал. Должны иметься пользовательские интерфейсы и переопределяемые вручную функции на случай отказа системы и чрезвычайных ситуаций. СУЭЗ можно так же применять и в существующих зданиях, чтобы контролировать и впоследствии оптимизировать их энергоэффективность. В сущности, СУЭЗ – одна из технологий, которую может

использовать энергосервисная компания (ЭСКО) для контроля и управления энергетической эффективностью зданий.

ЭСКО часто начинает проект с определения исходного состояния здания: существующей структуры и скорости энергопотребления, инвентаризации оборудования и условий, заселенности, имеющихся мер экономии энергии, проводя для этого обследование, проверки, точечные замеры и краткосрочный учет электропотребления. После принятия технологических мер ЭСКО исходные условия используются для расчета возможной экономии энергопотребления и экономии в денежном выражении. На основании исходных условий ЭСКО разрабатывает конкретные измерения для проекта и план контроля. В плане указываются конкретные технологические мероприятия, потенциальная экономия энергии и денежных средств от них, график профилактического обслуживания, затраты и период окупаемости. После монтажа или обновления технологических мер проводится послемонтажная проверка, которая часто включает в себя ввод в эксплуатацию. Это делается, чтобы удостовериться в том, что технологические меры спроектированы, установлены и испытаны. Для послемонтажного контроля могут использоваться следующие методы: обследования, проверки, точечные замеры и краткосрочный учет электропотребления. Впоследствии от ЭСКО часто требуется проводить периодическую проверку эффективности и представлять результаты в виде отчета, документируя фактически полученную экономию средств. Эта работа дает оперативную информацию и помогает проводить корректировку внедренных мер.

**Рисунок 4.14.1: Типичный процесс ЭСК**



### Состояние реализации и развитие на рынке

Из всех трех методов и технологий, рассмотренных в разделе «Управление энергопотреблением и повышение эффективности», ввод зданий в эксплуатацию наиболее экономически обоснован для широкого применения. Ввод в эксплуатацию развился из конкретной реализации отдельных технологических систем и оборудования (например: системы кондиционирования воздуха) и охватывает комплексную сдачу в эксплуатацию всего здания. Ощутимые выгоды от процесса ввода в эксплуатацию получили признание, и эта практика стала популярной во многих странах мира.

Реализация СУЭЗ больше принята для зданий коммерческого назначения, чем для жилых зданий. СУЭЗ зарекомендовала себя как популярная технология в развитых странах. Однако для многих пользователей в развивающихся странах, которые представляют собой огромный рынок для СУЭЗ, она пока не стала привычной. К примеру, в Южной Африке в условиях роста цен на энергию СУЭЗ, которая долго считалась ненужными капитальными затратами, становится все более оправданной, как одна из самых эффективных технологий для сокращения энергопотребления сложными масштабными зданиями. Известно, что в 2008 году доходы рынка СУЭЗ в Южной Африке составили 1А9,2 миллионов долларов; по оценкам, в 2015 году эти доходы составят 57,3 миллиона долларов (Африканские новости альтернативной энергетики (*Alternative Energy Africa News*, 13/05/2010)).

КПЭ внедрен во многих странах. Эта практика зародилась в Северной Америке, а потом распространилась и на другие развитые страны и страны с переходной экономикой. А в настоящее время все чаще встречается в развивающихся странах и даже в самых слабо развитых странах. В 2002 году доходы рынка ЭСКО достигли 2 миллиардов долларов (Goldman et al., 2005). В Европе ведущие рынки ЭСКО – Австрия и Германия. С 1998 по 2003 годы в Австрии с применением КПЭ было реконструировано 600 - 700 общественных зданий (Bertoldi et al., 2005). В Азии, в частности, в условиях быстрой урбанизации и наличием больших площадей, занимаемых магазинами, фирмами и другими коммерческими предприятиями, КПЭ приобретает все большую популярность; особую популярность приобретают услуги, связанные с энергетически эффективным кондиционированием воздуха. В Восточной Европе КПЭ популярен в области обеспечения центральным отоплением и работы станций, вырабатывающих электрическую и тепловую энергию, для обеспечения тепла в условиях холодного климата. Благодаря поддержке международных организаций, КПЭ применяется и в Африке в сфере использования возобновляемых источников энергии для автономного энергоснабжения. В Южной Америке, особенно в Карибском бассейне, где значительную долю ВВП составляет туризм, ЭСКО могут быть весьма привлекательными для гостиничного сектора.

## **Возможность для внедрения**

Для внедрения управления энергопотреблением и повышения эффективности на начальном этапе требуются институциональная поддержка и работа по наращиванию потенциала. Впоследствии, как показал опыт, рынки способны действовать самостоятельно.

Практика ввода зданий в эксплуатацию наиболее приемлема на стадии внедрения. Она может быть включена в строительный контракт как общее соглашение между предпринимателем/ застройщиком и строительной компанией/ подрядчиком. В странах или регионах, не имеющих институциональных условий для процесса ввода в эксплуатацию, например: законодательных положений, требующих обязательного включения ввода в эксплуатацию в контракты на строительство зданий сложного типа, это выполнимо при наличии соглашения между участвующими сторонами.

Для СУЭЗ требуется подготовка высококвалифицированных техников для установки и эксплуатации систем. Ниже перечислены несколько важных областей, в которых требуется наращивание потенциала.

1. Знание механических и электрических систем, их монтажа, требования эксплуатации и обслуживания
2. Знания и аналитические навыки для понимания оптимизации энергоэффективности путем межоперационного и динамического контроля отдельных работающих на электричестве систем и оборудования

3. Компетенции в использовании информационных технологий для работы, переопределения ручную (при необходимости) и обслуживания СУЭЗ.

Необходимая основа для КПЭ услуг – надежная институциональная база, включающая систему финансирования. Хорошие стимулы для роста услуг ЭСКО в области возобновляемых источников энергии создаются в том случае, когда цена на электричество не субсидируется, и введены тарифы на поставку энергии в сеть. В наименее развитых странах наращивание потенциала и финансовая помощь международных организаций будут способствовать бурному росту услуг КПЭ, которые, в свою очередь, помогут смягчить последствия изменений климата и в то же время повысить качество жизни.

### **Вклад в социальное, экономическое и экологическое развитие**

Управление энергопотреблением и повышение энергоэффективности способствует экологическому, экономическому и социальному развитию следующим образом:

1. Позволяет воплотить энергоэффективность, предусмотренную замыслом на этапе проектирования, в фактическую работу построенного здания. Приводит к сокращению выделения парниковых газов зданиями в течение их жизненного цикла.
2. Обеспечивает мониторинг и оптимизацию энергопользования зданий для обеспечения удобства пользователей и энергоэффективности.
3. Создает новые рабочие места, дополнительные зеленые механизмы финансирования и поддерживает низкоуглеродную экономику через услуги КПЭ.

К выгодам практики ввода в эксплуатацию относятся следующие.

1. Обеспечение эффективной работы технических и технологических систем, продление их жизненного цикла.
2. Повышение удовлетворенности владельцев и пользователей, улучшение состояния окружающей среды и повышение уровня комфорта.
3. Сокращение затрат на обучение и ознакомление административно-хозяйственного персонала зданий.
4. Снижение, благодаря энергоэффективности, коммунальных платежей и повышение производительности труда пользователей здания. Как известно, операционные затраты на здание, в которых правильно проведен ввод в эксплуатацию, на 8 – 20% ниже, чем в зданиях, в которых эта процедура не проводилась (US GSA, 2005).

Вклад СУЭЗ состоит в следующем.

1. Владельцам / пользователям здания обеспечивается оптимизация энергопользования и качество внутренней окружающей среды здания.
2. Обеспечивается раннее оповещение и обнаружение проблем оборудования и подсистем и легкость диагностики проблем.
3. Благодаря обеспечению приборов/ оборудования энергией в реальном времени, сокращается энергопотребление. МГЭИК обращает внимание на последние исследования, указывающие на то, что СУЭЗ может сократить энергопотребление на отопление помещения (до 20%), на освещение и вентиляцию (до 10%) и общее функционирование здания (на 5 – 20 %) (Levine et al., 2007).

Вклад КПЭ состоит в следующем:

1. Обеспечивается целенаправленное повышение энергоэффективности уже существующего большого фонда зданий.
2. Обеспечивается возможность существующим владельцам зданий модернизировать и обновить электрическое оборудование и системы электропотребления. Проводится замена устаревших энергоемких систем и оборудования на более эффективное оборудование с небольшими инвестиционными затратами или без них для владельцев.
3. Обеспечивается зеленый механизм финансирования, помогающий преодолеть сложности финансирования масштабного внедрения энергоэффективных технологий и использования возобновляемых источников энергии.

### **Финансовые требования**

Финансовые требования для внедрения управления энергопотреблением и повышения эффективности застройщиками и владельцами могут сводиться к следующим: одноразовым затратам на ввод здания в эксплуатацию; затратам на инвестиции, эксплуатацию и обслуживание СУЭЗ; и в случае КПЭ - отсутствию дополнительных инвестиционных затрат.

Одноразовые затраты на ввод здания в эксплуатацию часто планируются заранее и включаются в спецификации, входящие в строительный контракт. В более сложных строительных проектах в работе участвуют независимые агенты по вводу в эксплуатацию. Оплата их услуг зачастую делается застройщиками/ владельцами.

СУЭЗ можно считать технологический конструктивным атрибутом, внедренным в строительство здания. Поэтому он требует инвестиционных, операционных и эксплуатационных затрат. Инвестиционные затраты зависят от степени совершенства СУЭЗ, сложности, числа и размера механических, электрических и других подсистем, подключенных к СУЭЗ. Операционные затраты часто включают потребление электричества датчиками, компьютерами и другим электронным оборудованием СУЭЗ, а также заработную плату административно-хозяйственного персонала. Следует предусмотреть бюджет для затрат на ремонт и замену частей/ деталей СУЭЗ и на модернизацию программного обеспечения и оборудования.

Для КПЭ от владельцев зданий требуется либо минимальное участие в инвестиционных затратах, либо таковое не требуется вовсе. В большинстве случаев затраты на энергетический аудит и модернизацию / модификацию оборудования и систем несет ЭСКО. Затем инвестиции ЭСКО окупаются экономией денежных средств, получаемой за счет снижения коммунальных платежей после установки модернизированных систем. КПЭ приносит выгоду для тех владельцев уже существующих зданий, которые получают новое/ модернизированное оборудование и системы при небольших инвестиционных затратах или без них. В период аудита и модернизации, однако, неизбежны некоторые перебои в функционировании здания.

### **Анализ конкретных примеров**

#### ***Фешенебельный Гарден Центр в районе Рандпарк Ридж, Йоханнесбург***

Центр представляет собой комплекс розничных магазинов и офисов. Когда центр начал планировать двукратное увеличение площади помещений и подал заявку на разрешение увеличить

энергоснабжение пропорционально площади, ему было отказано. Застройщику пришлось применять меры энергоэффективности в расширенном комплексе и повысить энергоэффективность на 50%. Для управления оптимизацией при различной электрической нагрузке была внедрена система диспетчеризации здания (СДЗ). СДЗ была запрограммирована для контроля и мониторинга всех механических и электрических систем зданий, включая противопожарный контроль и контроль безопасности. СДЗ также помогала обеспечивать соблюдение энергопотребления здания, которое не должно превышать разрешенный уровень снабжения электричеством. Для достижения этого были определены и отключены ненужные нагрузки, которые не влияют на главные функции зданий. Инвестиции на СДЗ в размере 500000 рэндов окупались менее чем за год (*Imagine Durban, Ethekewini Energy Office & Ethekewini Electricity Department, 2009*).

### **Школа имени Гебхарда Мюллера, Биберах, Германия**

Здание этой профессиональной школы оборудовано СУЭЗ, к которой подсоединены системы отопления, охлаждения, вентиляции, электрического освещения и затенения. Данные собираются обширной сетью в 2000 точек и направляются в СУЭЗ. По проектному замыслу необходимо было достичь расхода на отопление менее 25 кВт на квадратный метр в год и расхода первичной энергии менее 100 Вт на квадратный метр в год. Была предусмотрена процедура ввода здания в эксплуатацию, распространяющаяся на все стадии: концептуальный проект, строительство, передачу в эксплуатацию и этап эксплуатации. В работах по вводу в эксплуатацию использовались несколько следующих методик.

1. Компьютерное моделирование для оптимизации стратегии контроля для систем панельного отопления и охлаждения. Как показали результаты такого моделирования, потенциальная экономия энергии составляет 35% без ущерба для теплового комфорта людей в здании.
2. Для нескольких систем компонентов, критически значимых для энергетической эффективности здания, включая установки кондиционирования воздуха с вращающимися теплообменниками и теплонасосные установки, были разработаны испытания эксплуатационных качеств.
3. Наглядное представление данных для мониторинга и записи в течение двух лет.

Результаты проекта – высокий уровень удовлетворенности пользователей тепловым комфортом и энергоэффективностью. Участие пользователей и эксплуатационного персонала отмечено как положительный элемент (IEA, 2008).

## **4.15 Катализаторы изменения в поведении**

### **Технология**

Эффективный способ снизить энергопотребление в зданиях – установить технологии, способные изменить поведение пользователей и сделать их образ жизни экологически приемлемым и энергоэффективным. Отличительные черты таких технологий приведены ниже.

1. Информация и данные об энергопотреблении визуально представлены пользователям.
2. Пользователи ощущают выгоды, особенно в денежном выражении, от энергоэффективного поведения.

В настоящее время к технологиям, которые можно считать катализаторами изменения в поведении, относятся следующие.

1. Энергосберегающие приборы.
2. Домашняя сеть (*HAN*), также известная как технология интеллектуального дома.
3. Предоплаченные счетчики, которые внедрены в странах Африки и в некоторых регионах Китая.

Энергосберегающие приборы и предоплаченные счетчики представляют собой апробированные и широко применяемые технологии. А вот *HAN* – новая технология, имеющая потенциал для масштабного применения в будущем.

**Энергосберегающие приборы** отличаются от обычных приборов тем, что потребляют меньше электричества для той же функции с таким же качеством. Основная цель - достижение энергоэффективности таких основных электрических приборов, как кондиционеры, холодильники, стиральные машины, сушильные машины, водонагреватели и другие, которые потребляют много электроэнергии. В последние годы обращает на себя внимание потребление энергии приборами в ждущем и энергосберегающем режимах. Совокупно в мире на потребление энергии в таком режиме приходится 1% выбросов CO<sub>2</sub> и 2,2% энергопотребления стран ОЭСР (IEA, 2001). С выявлением этого факта в мире интенсифицировались исследования с целью создания и производства энергосберегающих приборов. В частности, с конца 1990 годов и до конца 2007 года Японская программа *Top Runner* (Лидер гонки) – инициатива по модернизации стандартов эффективности приборов – привела к повышению стандартов на различные приборы от 15% до 83% в зависимости от типа прибора (Brown, 2009).

**Домашняя сеть (*HAN*)** представляет собой сеть внутри дома, соединяющую бытовые электрические приборы (отопление, вентиляцию и систему терморегулирования, освещение, холодильники, телевизоры, компьютеры) с интеллектуальными счетчиками. Интеллектуальные счетчики позволяют владельцам домов/ жильцам контролировать использование энергии и управлять им, а также контролировать термостаты и управлять ими на расстоянии, используя персональные цифровые устройства (компьютеры, мобильные телефоны и другие).

*HAN* может представлять собой, как простой домашний блок управления, так и передовую систему управления энергопотреблением на уровне района или города. Простые домашние блоки управления включают программируемые термостаты и автоматизированные функции для интеллектуальных бытовых приборов. Они удобны для владельцев, и позволяют им лучше понять структуру энергопотребления. На передовом уровне домашние блоки управления подсоединены к интеллектуальным счетчикам для масштабного управления энергопотреблением на уровне районов и городов через системы интеллектуальных электросетей. Возможности применения.

1. Сбор данных об образе жизни владельцах домов / жильцах и структуре их ежедневных занятий.
2. Анализ таких данных и синтез оптимальных рабочих параметров для приборов (например: температурная статистика, автоматически устанавливаемое время включения и выключения) для оптимизации энергопотребления и соответствия определенному стилю жизни.
3. Двухстороннее общение с интеллектуальной сетью (где возможно) для обмена в реальном времени потребности в энергии со стороны потребителя, подача в сеть избытка энергии и получения динамичных цен на электричество (например: в пиковые и непиковые часы). На этом уровне благодаря *HAN*, можно оптимизировать спрос на электричество и сделать его экономичным для владельцев домов и сократить пиковый спрос на коммунальную структуру энергоснабжения.

Технологии *HAN* и возможности применения все еще проходят стадии исследования и разработки, которые помогут преодолеть барьеры на пути их широкого внедрения. К таким барьерам относят следующие.

1. Отсутствие общего протокола для облегчения совместимости информационного взаимодействия, как между различными технологиями/ продуктами *HAN*, так между *HAN* и интеллектуальной электрической сетью.
2. Отсутствие гарантированной защиты от возможной утечки данных, нарушающей конфиденциальность владельца.
3. Пока еще слабое развитие на рынке и невысокая степень принятия пользователями.

**Предоплаченные счетчики** внедрены, в основном, в Африке как инновационная альтернатива обычным счетчикам электричества. Электрические счетчики измеряют электричество, потребленное в зданиях или помещениях здания за какой-то период времени, и отражает измерения в киловаттах в час (кВт/ч). Распространенное применение обычных счетчиков электричества – показать количество уже потребленного электричества, чтобы коммунальные предприятия могли рассчитать плату и начислить платеж клиентам. А в предоплаченных счетчиках процедура следует обратным порядком: клиенты должны заплатить авансом за определенное количество электричества до его потребления.

Другими словами, предоплаченные счетчики используются для регулирования количества электричества, которое будет поставлено потребителям. Потребители покупают жетоны в автоматах, расположенных в удобном месте города/ деревни. Затем жетоны опускаются в дозаторы электричества, установленные в каждом доме. В усовершенствованных версиях используются системы продажи через интернет, которыми можно пользоваться в сочетании с электронной системой платежей. Такие системы позволяют снизить операционные затраты коммунальных компаний, что может выразиться в виде меньшей стоимости электричества для потребителей.

## Требования для применения

**Для применения энергосберегающих** приборов нет никаких дополнительных технических требований, потому что по размеру и форме они не отличаются от обычных приборов.

**Домашние сети (HAN)** могут легко применяться в домах для объединения в сеть электрических приборов с домашним блоком управления и персональными цифровыми устройствами (например: подсоединенным к интернету компьютером, мобильным телефоном и т.д.) для контроля и дистанционного управления. К основным видам оборудования относится следующее.

1. «Интеллектуальные» электровводы, позволяющие сети идентифицировать и контролировать электрические приборы.
2. Беспроводное шлюзовое устройство, соединенное с «интеллектуальными» вводами для сбора информации об энергопотреблении подключенных приборов.
3. Интерактивный блок управления, показывающий данные, собранные шлюзовым устройством и позволяющий пользователям контролировать использование энергии или даже настраивать энергетические профили приборов. Информацию с блоков управления также можно просматривать и управлять ею с персональных устройств: компьютеров и мобильных телефонов, подсоединенных к интернет.

Там, где имеются интеллектуальные электрические сети, можно применять передовые комплексные *HAN* для управления энергопотреблением в районе и городе; это делается путем двустороннего взаимодействия между *HAN* и интеллектуальной электрической сетью через интеллектуальный счетчик, установленный в каждом домашнем хозяйстве.

**Для prepaid счетчиков** требуется, в основном, система кредита и/или розничной продажи, установленная поставщиками коммунальных услуг. Технические требования на уровне здания и домашних хозяйств такие же, как для установки обычных счетчиков. К основным требованиям относятся следующие.

1. Защита счетчиков от погодных явлений, особенно дождя.
2. Установка счетчиков вдали от возможного контакта с водой или источниками тепла.
3. Доступ для технического обслуживания.

### Состояние реализации и развитие на рынке

Использование энергоэффективных приборов прочно утвердилось в развитых странах, и становится популярным в развивающихся странах. Эта популярность объясняется растущими ценами на энергию, отношением общественного сознания к потреблению энергии и требованиями правительства. Рыночный потенциал энергоэффективных приборов высок. Этому способствуют многочисленные программы добровольной маркировки энергоэффективности, обязательные стандарты минимальной энергоэффективности и обязательное включение энергетической информации в маркировку приборов, требуемое многими местными и центральными правительствами. Примером может служить программа обязательного включения энергетической информации в маркировку Китайского национального института стандартов (КНИС). Эта программа начата в 2005 году только для двух видов продуктов. В 2007 году программу распространили на три важных вида приборов: кондиционеры воздуха, холодильники и стиральные машины. КНИС продолжил внедрение программы обязательных стандартов энергоэффективности, которая требуется от большинства бытовых и коммерческих приборов, включая осветительное, отопительное и терморегулирующее оборудование (Zhou, 2008). Ожидается, что под действием рыночных сил и стимулирующей политики использование энергоэффективных приборов станет повсеместным.

**Рисунок 4.15.1: Маркировка с указанием экологической чистоты продукта**



**Домашние сети (HAN)** находятся на стадии раннего рыночного развития и рыночных испытаний. Потенциальных рынков таких сетей - сектор элитного жилья. Это объясняется высокими затратами и требованием высокого технического уровня.

**Предоплаченные счетчики** впервые утвердились в Великобритании. В 1992 году они начали внедряться в Южной Африке в поддержку национальной программы электрификации. Предоплаченные счетчики популярны в Южной Африке, где, как известно, их распространенность на рынке самая высокая. Южная Африка – мировой лидер в производстве предоплаченных счетчиков. Использование предоплаченных счетчиков распространилось и в других странах Африки и в других регионах, например, в Турции и Китае. Как сообщалось, в 2006 году Китай также был крупнейшим рынком предоплаченных счетчиков (ABS Energy Research, 2006).

### **Возможность для внедрения**

Анализ и проверка энергоэффективных приборов часто проводятся через системы энергетической маркировки продукции. Такие программы могут действовать по инициативе правительственных ведомств или признанных НПО. В качестве примера можно привести программу «Энерджи стар» (Энергетическая Звезда), созданную Агентством по охране окружающей среды США и Министерством энергетики США, а также Сингапурскую программу обязательной энергетической маркировки важных бытовых приборов (кондиционеров, холодильников и машин для сушки белья), инициированную Национальным агентством по окружающей среде. Благодаря программам энергетической маркировки, потребители могут легко сравнивать энергоэффективность различных приборов одинаковой мощности, и понимать, какую экономию денег и энергии дает использование более энергоэффективных приборов. Для большей поддержки использования энергоэффективных приборов программы энергетической маркировки часто внедряются в местные механизмы рейтинговой оценки экологического строительства (где они имеются).

Домашняя сеть пока находится на стадии раннего развития рыночных испытаний. И для ее масштабного использования требуется большая работа. Прежде всего, поставщиками технологии должен быть установлен общий набор стандартов и протоколов для совместимого интегрирования различных приборов; а затем необходимо усовершенствовать свою продукцию и сделать ее удобной и привлекательной для пользователей. Во-вторых, на начальной стадии рыночного развития необходимо осуществлять демонстрационные проекты и программы повышения информированности населения. В-третьих, необходимы дальнейшие исследования и разработки для снижения затрат, чтобы сделать технологии *HAN* приемлемыми для потребителей со средними и низкими доходами. В части институциональных условий инициативой для внедрения *HAN* послужит простая форма динамического ценообразования на электричество, то есть, различные тарифы для потребления в пиковые и непиковые часы. Как только это будет сделано, можно усовершенствовать тарифы, то есть, разработать тарифы в зависимости от часа или в реальном времени, для стимулирования еще более ответственного отношения к использованию электроэнергии потребителями.

На начальном этапе для электрификации сельских поселений наиболее приемлемо использовать предоплаченные счетчики. Для их внедрения требуется налаженное сотрудничество и взаимосвязь между операторами электростанций, поставщиками коммунальных услуг, местными органами власти и членами сообществ. У каждого из этих участников отдельные, но взаимосвязанные роли. Так, местные власти осуществляют понятную политику и предоставляют стимулы. Операторы электростанций и поставщики коммунальных услуг готовят техноэкономические расчеты, обеспечивают инфраструктуру и эксплуатируют систему. Членам сообщества передают знания,

инструктируют о работе системы и обучают основным процедурам эксплуатации и ухода. В подключенных к интернету сообществах можно внедрять передовые формы prepaid счетчиков, такие, как системы продажи через интернет.

### **Вклад в социальное, экономическое и экологическое развитие**

Все три технологии: энергоэффективные приборы, *HAN* и prepaid счетчики, непосредственно - способствуют экономии энергии в быту и, таким образом, сокращению выбросов парниковых газов. Их вклад в социальное развитие значителен, потому что они представляют собой катализатор массового изменения в поведении и переход к ресурсосберегающему стилю жизни. К примеру, благодаря *HAN*, владельцы дома могут видеть данные о потреблении энергии приборами и оборудованием в реальном времени и удобной для пользователя форме. Таким образом, появляется средство (катализатор), подвигающее людей на решения и действия, ведущие к экономии энергии. Через автоматизированное двухстороннее информационное взаимодействие *HAN* обеспечивает платформу для повышения эффективности эксплуатации поставщиками электричества.

Prepaid счетчики сначала использовались для решения социальных проблем кражи электроэнергии и вскрытия счетчиков электричества для подделки их показаний. Вскоре после их внедрения потребители начали планировать свою потребность в электричестве заранее. Поэтому такие счетчики служат постоянным напоминанием потребителям о рачительном потреблении энергии.

Растущую популярность энергоэффективных приборов можно также рассматривать как катализатор развития зеленой экономики. *HAN* совместно с интеллектуальными сетями на уровне района и города могут стать незаменимым стимулирующим средством для внедрения динамических тарифов на энергоснабжение. А они, в свою очередь, станут следующим катализатором для ускорения распространения практики экономии электроэнергии. Благодаря *HAN*, улучшается соотношение между спросом и предложением электроэнергии, сокращается пиковый спрос, снижаются ограничения поставки электричества и необходимость расширения инфраструктуры.

### **Финансовые требования**

Во многих случаях энергоэффективные приборы стоят больше обычных. Это объясняется использованием в них новых энергосберегающих технологий и начальной стадией проникновения на рынок. Однако, как ожидается, стоимость энергоэффективных приборов будет ниже, чем неэффективных, благодаря экономии на масштабах производства, возможным специальными мерам (налогу на выбросы углерода) и постепенному обретению ими статуса нормы среди потребителей. Обнадеживает тот факт, что благодаря экономии энергии, инвестиции в энергоэффективные приборы окупятся за какой-то период. В условиях повышения цен на энергию окупаемость инвестиций в энергоэффективные приборы ускоряется, что создает новые стимулы для их применения.

Домашние сети требуют от владельцев инвестиций в установку нужного оборудования. Другие затраты включают небольшие затраты на энергию, используемую домашним блоком управления, и эксплуатацию. Необходимо также предусмотреть небольшой бюджет на модернизацию систем и программного обеспечения, так как технологии еще проходят стадию доводки.

Для использования prepaid счетчиков требуются инвестиции поставщика коммунальных услуг в инфраструктуру распределения, установку пунктов продажи жетонов и эксплуатацию системы. От потребителей часто также требуются небольшие инвестиции в установку prepaid

счетчиков в домах. Впоследствии потребители должны будут предусматривать бюджет на покупку нужного электричества.

## Анализ конкретного примера

### ***Проект использования предоплаченных счетчиков в городе Читтагонг, Бангладеш***

Проект представляет собой опытную программу внедрения предоплаченных счетчиков в Бангладеш. Программа внедряется управлением энергетики Бангладеш при поддержке правительства Германии. Предоплаченные счетчики устанавливаются в комнатах, квартирах или домах участвующих в проекте жителей. В десяти местных пунктах продажи жители могут предварительно оплатить нужное количество электричества и получить цифровой пароль. После ввода пароля в предоплаченный счетчик начинается подача электричества. Как только кредит исчерпан, счетчик автоматически отключит электричество. Но если кредит истекает ночью, в выходные или праздник, счетчик продолжает отпускать электричество, а потребители могут оплатить разницу на следующие рабочий день в ближайшем центре продажи. Получены положительные отзывы от участников проекта. Они отмечают удовлетворение от возможности самим контролировать потребление и бюджет, не подвергаясь неприятностям отключения и переподключения. Энергетические компании также получают выгоду от улучшения состояния потока наличности (получая авансовые платежи), низких накладных расходов (экономия трудозатрат для снятия показания счетчиков и выставления счетов), снижения количества разбирательств по поводу неуплаты и улучшения управления электрической нагрузкой.

Как ожидается, первоначальные инвестиционные затраты проекта, окупятся в течение 6 или 7 лет (Deutsche Botschaft Dhaka, 2010).

## **4.16 Централизованные энергетические услуги**

### **Технология**

Как следует из их названия, централизованные энергетические услуги представляют собой снабжение отоплением, охлаждением и использованием возобновляемых источников энергии более одного здания. Это – альтернатива использованию отдельно в каждом здании индивидуальных систем энергопотребления. К таким услугам относятся следующие.

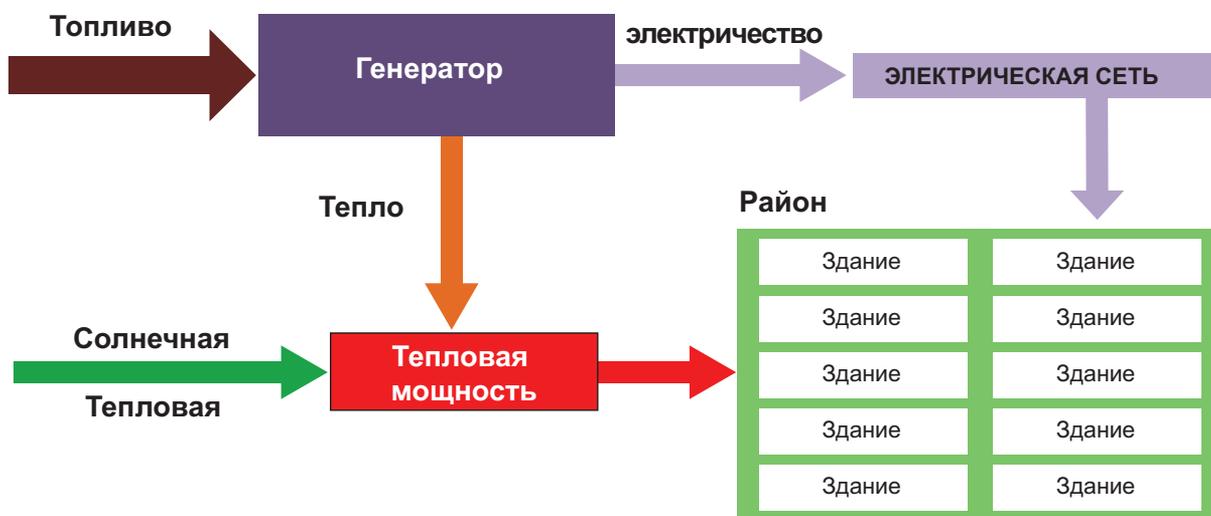
1. Централизованная генерация и поставка тепла / охлаждения и энергии из возобновляемых источников.
2. Распределительная сеть для подачи тепла/ охлаждения в здания внутри района.
3. Другие установки (вентиляционные установки и средства управления) внутри отдельных зданий.

Централизованные энергетические услуги бывают в двух формах: централизованное теплоснабжение / охлаждение и комбинированная генерация электроэнергии и тепла (*CHP- ТЭЦ*).

**Централизованное теплоснабжение/охлаждение** означает производство тепла/ охлаждения централизованно в одном месте и распределение тепла/ охлаждения в здания через сеть трубопроводов для отопления помещений, нагрева воды или охлаждения помещений. Энергия для отопления/ охлаждения может быть получена за счет использования отбросного тепла

промышленных процессов (если таковые имеются) и/или из возобновляемых источников энергии (солнечной тепловой или геотермальной). При централизованном теплоснабжении/ охлаждении можно обеспечить большую эффективность отопления/ охлаждения, чем индивидуальными системами в отдельных домах. При централизованном теплоснабжении/ охлаждении жильцам/ владельцам также обеспечивается большая гибкость в покупке и использовании лишь требуемого тепла/охлаждения.

**Рисунок 4.16.1: Схема централизованного теплоснабжения/ охлаждения**



Благодаря экономии на масштабах производства, в предприятиях централизованного теплоснабжения/ охлаждения можно рентабельно использовать различные передовые технологии энергоэффективности. Одна из таких технологий – использование тепловой энергии хранилищ льда. Лед генерируется во внепиковый период и хранится для получения охлажденной воды в пиковые часы, что позволяет снизить пиковую электрическую нагрузку. С переносом части нагрузки, требуемой для охлаждения, на внепиковый период можно сократить потребность в холодильном оборудовании и его размеры и приблизить их к средней нагрузке. Таким образом, повышается эффективность холодильного оборудования, и снижается стоимость единицы охлаждения. В тропических прибрежных районах существует также практика использования морской воды как косвенного источника для централизованных систем охлаждения. В этих регионах морская вода постоянной прохладной температуры может действовать как поглотитель тепла для охлаждения системы охлаждающей воды конденсатора, и таким образом, снижается требуемая нагрузка.

**Комбинированная генерация электроэнергии и тепла (CHP)** действует по принципу организации централизованного отопления. Однако источником тепла служит отбросное тепло, от генерации электричества в той же системе. Обычная производительность при генерации электричества составляет 35%, а 65% энергетического потенциала составляет отбросное тепло. Когенерация помогает снизить потерю эффективности путем рекуперации отбросного тепла для отопления/ охлаждения помещений. Таким образом, эффективность станции может быть увеличена до 90% и выше (KPMG, 2009). Обычно при *CHP* достигается рекуперация отбросного тепла и генерация электричества за счет когенерации на станциях, сжигающих ископаемое топливо.

Однако все больше *CHP* станций (ТЭЦ) используют возобновляемые источники энергии: солнечную тепловую, биогаз, микро гидроисточники, отходы, т.е. биомассу. Природный газ и ископаемое

топливо может использоваться как дополнительные или резервные источники. Сейчас системы *СНР* интегрированы с другими технологиями использования возобновляемых источников энергии, образуя гибридную систему. К примеру, система *СНР*, использующая биогаз, подходит для сельских сообществ. Биогаз (обычно метан) получают из органических отходов и навоза, прошедших анаэробное гниение. Органические твердые отходы и навоз представляют собой ежедневные отходы жизнедеятельности сельского сообщества и побочные продукты ферм. Они могут служить источниками для когенерации тепла и электричества. Перегнивший навоз может использоваться как удобрение для получения сельскохозяйственной продукции.

Наличие различных технологий отопления и охлаждения – эжекторной и абсорбционной системы охлаждения – привело к созданию комбинированных систем охлаждения и генерации электричества. В этих системах отбросное тепло процесса когенерации превращается в охлажденную воду и распределяется в здания для охлаждения помещений. Такие достижения позволяют более гибко и разнообразно использовать централизованное отопление/ охлаждение и комбинированное отопление/охлаждение и генерацию электричества в различных климатических регионах и в разное время года.

### **Требования для применения**

Централизованные энергетические услуги можно объединить в две категории применения: при высокой плотности заселения и при низкой плотности заселения. При высокой плотности заселения экономическая целесообразность централизованного отопления/ охлаждения выше, так как оно может служить большей группе жителей одного района в небольшом радиусе обслуживания. Однако в городских районах с большой плотностью заселения внедрение системы *СНР* недостаточно оправдано с технической точки зрения. Причины в следующем. 1) Генерация электроэнергии не так важна, поскольку электричество уже снабжается сетью; 2) места для когенератора в сочетании с другими объектами, вырабатывающими энергию из возобновляемых источников (биогаза), недостаточно, и 3) возобновляемых источников энергии (биогаза и биомассы) не имеется по близости, и их придется доставлять. А в районах низкой плотности заселения: на окраинах городов, или сельскохозяйственных поселений и городков создание систем *СНР* в большей степени осуществимо. В таких районах возобновляемые источники энергии доступны на месте, например: биогаз из сельскохозяйственных отходов и навоза, биомасса из отходов земледелия и садоводства и т.д.

Для внедрения как централизованных систем отопления/ охлаждения, так и систем *СНР*, существует пять главных требований. Четыре из них являются основными компонентами системы: централизованные станции/ установки, распределительная сеть для отопления/ охлаждения, установки в зданиях и счетчики. Пятое требование – техобслуживание.

На централизованных станциях тепло/ охлаждение вырабатывается котлами/ холодильниками, рекуперируется отбросное тепло путем когенерации или используется отбросное тепло близлежащих промышленных предприятий или электростанций. Для получения тепловой энергии также может использоваться солнечная тепловая технология. При наличии отбросного тепла и необходимости энергии для охлаждения, требуются технологии для конверсии тепло-холод. Тепловая энергия обычно хранится и передается в виде горячей/ охлажденной воды.

Тепловая энергия от централизованной станции через сети распределения отопления/ охлаждения передается в здания внутри района. Распределительные сети состоят из трубопроводов и

насосов. Трубы обычно изготовлены из стали или меди и покрыты термоизоляцией. Трубопроводы обычно прокладывают под землей для сохранения целостности поверхности почвы и получения дополнительной теплоизоляции в виде слоя земли. Для подземных трубопроводов требуются системы обнаружения протечек и защита от коррозии. Давление для циркуляции теплоносителя по трубам внутри зданий создается насосами. Затем теплоноситель возвращается на централизованную станцию для пополнения тепловой энергии. Для экономии энергии рекомендуется использовать насосы, работающие с разной скоростью. Также для работы требуются низкошумные насосы, чтобы шум не передавался в помещения через теплоноситель.

Оборудование внутри зданий. Тепловая энергия генерируется на централизованной станции, поэтому оборудование внутри зданий проще, чем в случае использования индивидуальных систем отопления/охлаждения внутри каждого здания отдельно. Требуемое для установки оборудование: теплообменник, трубопровод, вентили и система контроля. Системы контроля такие же, как в индивидуальных системах отопления: те же типы комнатных термостатов, терморегулирующих вентилей радиатора и реле времени или выключатели с программным устройством (Energy Saving Trust, 2007). Как и в случае с индивидуальными системами отопления жильцы должны уметь пользоваться системой контроля для оптимизации теплового комфорта и энергоэффективности.

Обеспечение контроля, эффективной работы и использования возможно лишь при наличии счетчиков. На основании показаний счетчика проводится корректировка элементов системы по мощности для повышения эффективности. Счетчики должны быть установлены и в квартирах потребителей; это необходимо не только для расчета оплаты и выставления счетов, но и как непосредственный стимул не тратить зря купленную энергию (Energy Saving Trust, 2007).

Требования к обслуживанию: профилактический осмотр (в том числе, и на случай протечек), контроль и отчет об эффективности работы системы.

### **Состояние реализации и развитие на рынке**

В общем, рынок централизованного отопления развит больше, чем рынок централизованного охлаждения. Объяснение в том, что воздействие холодной погоды более серьезное, чем жаркой погоды. Основные рынки централизованного отопления находятся в Европе (Восточной Европе) и Северной Азии. В 2007 году отапливаемая централизованным отоплением площадь составляла 108,8 миллиона квадратных метров, включая 41% домашних хозяйств в Чешской Республике, 8 миллионов квадратных метров в Словакии, 38,16 миллионов квадратных метров (70% домашних хозяйств) в Латвии; а в Китае - более 3 миллиардов квадратных метров (*Euroheat & Power*, 2007). И при этом существует значительный потенциал для расширения использования возобновляемых источников энергии и отбросного тепла для централизованного отопления и *CHP*. К примеру, в Словакии лишь 4% установленных мощностей централизованного отопления используют возобновляемые источники энергии. Остальные источники энергии – уголь (91%) и природный газ (5%) (*Euroheat & Power*, 2007).

### **Возможность для внедрения**

Главные меры для расширения централизованных энергетических услуг включают создание надлежащих механизмов инвестирования и финансирования, научные исследования и разработки, консультации с потенциальными пользователями энергии и развитие потенциала эксплуатационного персонала.

Приемлемость реализации зависит от механизмов инвестирования и финансирования в связи с большими начальными затратами на инвестиции в систему централизованных энергетических услуг. Затем идут исследования и разработки, особенно, для определения источников энергии (например: наличие на месте отбросного тепла от промышленных процессов, биомассы и биогаза).

Консультации с пользователями важны для понимания ожиданий и установления сотрудничества. Консультации могут проводиться в несколько этапов: на стадиях технико-экономического обоснования и проектирования системы, строительства и эксплуатации. В ходе консультаций следует обсудить следующие вопросы: местоположение централизованной станции, выбор оборудования и систем контроля для зданий, системы начисления платы, порядок устранения неполадок и получение отзывов от потребителей.

Необходимо также развитие потенциала, особенно, в развивающихся странах, для повышения эффективности системы с минимальными затратами и обучения местной рабочей силы монтажу, контролю, выявлению неполадок и ремонту систем.

### **Вклад в социальное, экономическое и экологическое развитие**

Использование централизованных энергетических услуг создает значительные эффекты, благоприятствующие экологическому развитию. Тепловая эффективность централизованных систем отопления/ охлаждения может быть выше, чем многочисленных малых систем в каждом доме. К примеру, в странах Восточной Европы и России централизованное отопление может обеспечить до 60% спроса на тепло и горячую воду для 70% семей (OECD/IEA, 2004). Оптимальность эксплуатации централизованной станции выше по таким показателям, как энергоэффективность, использование возобновляемых источников энергии и занятый эксплуатационный персонал. В четвертом докладе об оценке МГЭИК (Levine et al., 2007) обращается внимание на примеры систем централизованного отопления, использующие следующие источники энергии:

1. Коммунально-бытовых сточных вод в Токио, Япония, и Гётеборге, Швеция.
2. Геотермальное тепло в Тяньцзине, Китай.
3. Отбросное тепло от сжигания мусора в Северной Европе.

Когенерация в *СНП* может работать, используя биогаз, источником которого могут служить органические отходы обслуживаемого района. Когенерация более эффективно использует энергоресурсы, так как *СРН* производит два продукта: электричество и его побочный продукт, тепло. Сочетание анаэробного биореактора и когенератора *СРН* также представляет собой более совершенное решение для проблем канализации в сельских сообществах: устранение источника запаха и мух, предупреждение загрязнения воды несанкционированным сбросом и улучшения качества окружающей среды. А осадок из биогазовой установки можно использовать как компост для сельскохозяйственного производства или озеленения.

В части социального развития централизованные энергетические услуги способствуют созданию чувства общности и усилению социального единства в сообществе. В экономическом отношении использование централизованных услуг обеспечивает владельцам индивидуальных зданий следующее.

1. Экономия капитальных затрат на установку котельных/ холодильных агрегатов.
2. Экономия затрат на помещение для котла / холодильника и его техобслуживание.

3. Экономия затрат на текущие расходы и капитальные расходы на модернизацию котельных/холодильных установок.
4. Гибкость, контроль и управление использования тепловой энергии.
5. В таком случае централизованные энергетические услуги становятся катализатором изменения в поведении с целью экономного использования энергии.

### **Финансовые требования**

Основные финансовые требования для централизованных энергетических услуг включают затраты на начальные капитальные инвестиции, операционные затраты и эксплуатационные затраты. Все затраты высоки вследствие масштабного внедрения системы. Фактическая стоимость инвестиций на *СНП* и централизованное отопление/охлаждение колеблется в зависимости от системы, региона и наличия компонентов местного производства. К примеру, в 2002 году стоимость *СНП* и анаэробного генератора (для подачи биогаза, на котором работает *СНП*) мощностью 370 кВт составляла примерно 8,5 долларов для монтажа в США (North West Community Energy, 2002). В 2001 году в Финляндии стоимость работающей на биомассе *СНП* мощностью 2-3 МВт составляла около 1,2 миллиона евро (Kuntatekniikka, 2001).

### **Анализ конкретных примеров**

#### ***Клайпеда, Литва***

Система централизованного отопления в городе Клайпеда, Литва, состоит из центральной станции, работающей на геотермальной энергии. Мощность станции, 43 МВт, достаточна для снабжения тепловой энергией всего города (*Ekodoma*, 2004). На станции геотермальная вода температурой 38°C насосом подается на поверхность с глубины 1135 м, и ее температура доводится до 70°C абсорбционным тепловым насосом. Этот насос приводится в движение водой, нагретой до 175°C котлом, установленным на станции. Вода температурой 70°C подается в распределительную сеть централизованного отопления. В периоды низкого потребления горячей воды избыточная вода хранится в резервуаре для использования в пиковые часы. Отходящая вода температурой 11°C фильтруется перед возвращением в тот же подземный слой на глубину 1135 м.

#### ***Йиндржихув Градец, Чешская Республика***

В городе Йиндржихув Градец проведена модернизация двух автономных систем централизованного отопления, обслуживающих 15000 жителей. Система централизованного парового отопления, первоначально работавшая на мазуте, была переведена на биогаз и биомассу (древесные отходы) для производства горячей воды с небольшой установкой для когенерации. В результате сократились выбросы CO<sub>2</sub> и двуокиси серы на более чем 20% и 68%, соответственно, а также оксидов азота и летучей золы. Качество воздуха в городе и прилегающих районах также значительно улучшилось (*Zenmap*, 2003).

## 4.17 Экологический дизайн и практика деятельности устойчивых сообществ

### Практика

Концепция и практика устойчивой антропогенной среды формировалась на протяжении многих лет. В результате этого укрепилось признание того, что понятие должно включать нечто большее, чем отдельные здания, а именно - целые сообщества.

Экологический дизайн и практика деятельности устойчивых сообществ означает планирование, проектирование, строительство, содействие социальному и экономическому развитию в сообществах и управление таким образом, чтобы достичь целей устойчивого развития.

Термин экологический дизайн устойчивого сообщества часто употребляется применительно к физическому планированию нового района. Главные участники процесса – составители комплексного плана, архитекторы, инженеры и другие специалисты-экологи, занятые планированием инфраструктуры объектов общественного назначения и зданий. Затем физическая антропогенная среда создаст основу и станет посредником, стимулирующим вновь образованное сообщество к ведению образа жизни и инициативам, необходимым для экологически устойчивого развития. Практика деятельности устойчивого сообщества включает организацию и управление существующих и новых сообществ, направленные на достижение целей устойчивого развития.

Через практический опыт в разных странах мира экологический дизайн и практика деятельности устойчивых сообществ развились от простого замысла на начальной стадии до усложненных моделей и структур.

Как показывает накопленный всемирный опыт, любое сообщество, независимо от уровня дохода, может двигаться по пути достижения целей устойчивого развития. На самом простом уровне экологический дизайн и практика деятельности устойчивых сообществ может быть направлена на достижение следующего.

1. Обеспечение, исправление и/или улучшение состояния физической среды, санитарных служб, предприятий инфраструктуры, максимального использования имеющихся местных возобновляемых источников энергии: дождя, ветра, солнца и растительности.
2. Предложение альтернативных способов получения дохода от экологически благоприятной экономики: экотуризма, местного производства продуктов питания, переработка отходов и других.
3. Улучшение социальных условий и связей в сообществе путем совместных проектов и образовательных программ.

Эта модель, которая называется моделью устойчивого сообщества с низким доходом, наиболее пригодна для сообществ с невысоким доходом, преследующих цель устойчивого развития.

Для сообществ со средним и высоким уровнем дохода экологический дизайн и практика деятельности устойчивого сообщества включают первое направление и еще три аспекта, которые перечислены ниже.

1. Высокое качество жизни: спортивные сооружения, органические продукты питания местного производства, объекты социально-бытового назначения: розничные магазины, школы, парки и другие, расположенные в пределах пешей досягаемости.

2. Общественную сплоченность и низкий уровень преступности.
3. Общественную идентичность и гордость, которых можно достичь путем выполнения совместных проектов, таких, как внедрение технологий, использующих возобновляемые источники энергии, получение отличительного знака сообщества с нейтральным уровнем эмиссии углерода.

**Рисунок 4.17.1: Экологически чистые транспортные средства в столичном районе Наньган, Тайпей, Тайвань**



Широко известны и опубликованы многие истории успеха экологически устойчивых сообществ, как с более низкими, так и более высокими доходами.

### **Требования для применения**

**Дизайн устойчивых сообществ** полностью вписывается и полностью использует местные природные и климатические условия. Это значит активное реагирование на солнце, ветер, дождь и растительность при планировании энергоэффективной и комфортабельной среды для сообщества.

Реагирование на траекторию движения солнца при планировании сообщества означает следующее.

1. Учет расположения зданий с севера на юг и ограничения для зданий с длинными фасадами, обращенными к западу.
2. Освещенность отдельных зданий, особенно в зимние месяцы. Для этого нужно предусмотреть допустимые расстояния между зданиями, чтобы не было затенения окон.

Например, в северных провинциях Китая требуется, чтобы ориентация жилых зданий была не более чем на 20°-25° обращена к югу. Кроме того, требуется минимальное расстояние между зданиями, чтобы все жилые здания получали солнечный свет не менее 3 часов в день.

Планирование местоположений с учетом местных сезонных характеристик ветра будет способствовать созданию хорошего микроклимата для сообщества, теплового комфорта в местах публичного пользования и в отдельных зданиях. Стратегии планирования включают следующее:

1. Планирование более высоких конструкций и/ или густой посадки деревьев на границах, застройки, обращенных к направлению преобладающего зимнего ветра, чтобы защитить места общественного пользования от холодного ветра.
2. Использование формы и расположения зданий для направления преобладающего летнего ветра на обдувание открытых пространств общественного пользования и других зданий.

Дожди обеспечивают источник воды для сообщества, и это особенно важно для регионов, где испытывается недостаток свежей воды. При правильном планировании собранная дождевая вода служит альтернативным источником пресной воды для сообщества. Но при неправильном управлении дождевая вода загрязняется, становится местом размножения насекомых и представляет опасность для окружающей среды. Для сообщества надлежащее проектирование и практика работы включают следующее:

1. Сбор дождевых осадков с крыш зданий для использования для нужд здания (см. Раздел 4.9).
2. Улавливание и направление дождевых стоков для самоочищения, включая сеть, питающую отстойный пруд. Здесь дождевая вода может использоваться для непитьевых целей: сельскохозяйственного орошения и ландшафтного полива.

**Рисунок 4.17.2: Механизм самоочищения для управления ливневыми стоками**



Важное место в экологическом дизайне занимают передовая практика ландшафтной экологии. Она включает следующее.

1. Защиту природы и экосистем территории сообщества. К передовой практике относится выявление на стадии планирования существующей экологической сети с богатой растительностью и биоразнообразием и ее сохранение.
2. Планирование зеленых коридоров, соединяющих различные зеленые острова, для создания непрерывного зеленого пояса внутри сообщества и вокруг него для сохранения биоразнообразия внутри территории сообщества и за ее пределами.
3. Сохранение и распространение естественной растительности, которая обычно требует минимального ухода и сохраняет водные ресурсы (дополнительного орошения не требуется).
4. Создание открытых зеленых территорий, парков и коммунальных садов, в пределах пешей досягаемости для всех членов сообщества.

**Рисунок 4.17.3: Коммунальный сад создает возможности для знакомства и дружбы членов сообщества и визуального комфорта в условиях плотной высотной застройки**



**Устойчивая практика деятельности** уже существующих сообществ должна состоять в следующем: исправлении и улучшении экологических показателей застроенной окружающей среды, укреплении чувства общности, повышении качества жизни в сообществе и создании компетенций для развития зеленой экономики. Практика деятельности устойчивых сообществ чаще всего предполагает работу по развитию инициативы и включает следующие шаги:

1. Беседы с членами сообщества для достижения понимания их сложившегося стиля жизни, структуры ежедневной деятельности и желаемого улучшения образа жизни в сообществе.
2. Поощрение участия членов сообщества во всех делах сообщества: определении аспектов, нуждающихся в улучшении, планировании и проектировании застроенной окружающей среды, проведение и контроль мероприятий в целях экологической устойчивости.

3. Расширение возможностей членов сообщества для участия во всех процессах принятия решений, укрепление чувства причастности к работе сообщества и гордости за участие в них.

### Состояние реализации

Экологический дизайн и практика деятельности устойчивых сообществ широко внедрены по всему миру. В развитых странах свидетельства этого – внедрение на уровне сообществ рейтинговой системы экологически чистого строительства, например: *LEED*, «Лидерство в энергетическом и экологическом проектировании», для застройки микро районов; сообщества, использующие *BREAM*, метод оценки экологической эффективности зданий; сообщества, внедрившие программу «Зеленая звезда», и другие.

В развивающихся странах экологический дизайн и практика деятельности устойчивых сообществ также широко распространены. Об этом свидетельствует растущий перечень устойчивых сообществ и отчеты об историях успеха в прессе, в частности, в Африке. Модели устойчивых сообществ с низким доходом доказали свою пригодность во многих сельских районах, а также при восстановлении населенных пунктов, пострадавших от природных катастроф (населенные пункты в Юго-Восточной и Южной Азии, пострадавшие от цунами в 2004 году).

### Требования для применения

Для осуществимости экологического дизайна и практики деятельности устойчивых сообществ требуется большая подготовительная и координационная работа, особенно на начальной стадии. Работа на пути внедрения, в частности, модели устойчивых сообществ с низким доходом состоит в следующем:

1. Привлечь как можно больше заинтересованных сторон к оценке состояния существующего сообщества: физической застроенной среды и ее социально-экономических условий. Заинтересованные участники могут включать местные органы власти, учреждения, коммерческие сети и неправительственные организации.
2. Определить представителей, которые будут отстаивать программы устойчивого сообщества. Этим представителям должны утвердить и поддерживать члены сообщества и местные органы власти.
3. Совместно с заинтересованными участниками определить главные потребности и цели. Все решения должны приниматься на основании консенсуса.
4. На основании главных потребностей, целей и налагаемых условиями ограничений разработать замысел и выполнимый сценарий действий для осуществления этого замысла (Smart Community Network, 2003).
5. Подготовить набор показателей для оценки и контроля достигнуто успеха.
6. Определить оказывающих помощь партнеров и взаимодействовать с ними; к помощи относится а) финансовая поддержка и услуги международных организаций, регионального и местного правительства и б) потенциальные клиенты или получатели услуг местного сообщества.
7. Начать с наиболее реальных и недорогих мероприятий, которые могут создать поток доходов, которые, в свою очередь, позволят финансировать следующие и более сложные работы.
8. Контролировать ход выполнения и совершенствовать работу, регулярно изучая мнение и отзывы участников и партнеров.

## **Вклад в социальное, экономическое и экологическое развитие**

Экологический дизайн и практика деятельности устойчивых сообществ вносят вклад в экологическое развитие.

1. Проектирование и дизайн учитывает местные климатические условия, траекторию движения солнца и характеристики ветра для создания комфортабельного микроклимата, как в местах общего пользования, так и в отдельных зданиях сообщества.
2. Проводится сбор дождевой воды как альтернативного источника дополнительной свежей воды для непитьевого использования: ландшафтного и сельскохозяйственного орошения. Таким образом, снижается истощение подземных вод, так как их отбор сокращается или даже становится ненужным.
3. Поддерживается развитие природной растительности, сохраняется существующая экологическая сеть и поддерживается биоразнообразие.

Экологический дизайн и практика деятельности устойчивых сообществ вносят вклад в экономическое развитие сообщества.

1. Снижают бремя бедности и искореняют нищету в сообществах с низким доходом, в то же время, повышая профессиональную подготовку для получения занятости и секторах зеленой экономики.
2. Способствуют созданию устойчивой местной зеленой экономики через развитие экотуризма и местного производства продуктов питания.

И, наконец, экологический дизайн и практика деятельности устойчивых сообществ, в частности в моделях для сообществ с низким доходом, вносит вклад в социальное развитие.

1. Обеспечивают членам сообщества возможность приобретения новой профессии и новых знаний.
2. Укрепляют чувство общности и причастности.
3. Сокращают уровень преступности.
4. Создают дополнительные источники дохода.
5. Повышают качество жизни.

## **Финансовые требования**

Внедрение практики экологического дизайна и практики деятельности устойчивых сообществ в сообществах с низким доходом нередко требует финансовой поддержки со стороны международных организаций, таких, как неправительственная организация *Habitat for Humanity* («Среда обитания для человечества»), Всемирный банк, организации ООН, НПО и помощи местных органов власти. Финансовая поддержка необходима на начальной стадии для развертывания работ, обычно, по проектированию и выполнению мер в застроенной среде и развития инфраструктуры. Экологический дизайн устойчивого сообщества с низким доходом строится на принципах максимального использования имеющихся ресурсов, как описано в разделе «Требования для применения» и зачастую не влечет за собой никаких значительных дополнительных инвестиционных затрат. Для успешной деятельности сообществ нередко находятся устойчивые источники дохода от инвестиций, которые помогают финансировать их текущие работы и даже позволяют самостоятельно финансировать последующие мероприятия.

## Анализ конкретных примеров

### **Проект восстановления и озеленения городского района Самора Машел, город Филиппи, Южная Африка**

Проект начат и выполнен НПО «Зеленые сообщества» для поддержки устойчивой «зеленой» жилой среды в существующем районе Самора Машел. Цель проекта – озеленение и обустройство физической застроенной среды, местное производство продуктов питания, развитие возможностей получения дохода для жителей и улучшение состояния окружающей среды устойчивыми экологическими мерами.

С самого начала НПО «Зеленые сообщества» тесно сотрудничало с жителями сообщества, чтобы определить главные потребности и инициативы, которые сообщество желало внедрить. Были выявлены две главные проблемы: обеспеченность продуктами питания и источники дохода. После этого началась работа по внедрению городского земледелия: выращивание органических овощей в сетчатых туннелях (Green Communities, 2010).

Для обеспечения успеха программы НПО помогло сообществу связаться с дорогими ресторанами Кейптауна, которые согласились закупать все овощи, выращенные в Самора Машел. Ежегодный доход сообщества составляет от 200000 до 300000 рэндов; часть его будет использована на финансирование программ сообщества, а остальная часть будет распределена между 35 семьями-участниками проекта (Palitza, 2010).

Имея перспективы потока доходов от проекта городского земледелия, НПО планирует внедрить утилизацию отходов и повторное использование и для этого открыть специальный магазин по обмену возвратных отходов. Это предприятие будет способствовать практике утилизации вторичного сырья: стекла, бумаги, и пластика, которое может обмениваться на хозяйственные товары и одежду. НПО также договорилось с компанией *WastePlan*, крупнейшим предприятием по утилизации отходов на месте в Западной Капской провинции ЮАР, о найме на работу 60 жителей района Самора Машел, которые пройдут два шестинедельных курса обучения утилизации мусора. Этой программой решается вторая большая проблема и потребность жителей сообщества.

Параллельно с этими мероприятиями НПО «Зеленые сообщества» также тесно сотрудничала с местными органами власти, чтобы начать масштабную программу городского озеленения района Самора Машел. В рамках этой программы во всех школах и детских центрах будут высажены местные виды деревьев, заложены новые парки, сады, а жители будут заниматься изготовлением органического компоста и разведением червей с целью получения удобрений для программы городского озеленения (Palitza, 2010).



## 5. Реализация технологий и приемов по смягчению воздействий изменения климата

---

### 5.1 Определение приоритетов по технологиям для смягчения последствий изменения климата на национальном уровне

#### Национальные условия как определяющие факторы

Технологии и приемы, подробно описанные в Главах 3 и 4, как типология смягчения воздействий изменения климата в секторе строительства, требуют определения приоритетов, которые соответствуют условиям каждой отдельной страны. В каждой стране существуют определенные условия, которые благоприятствуют и делают возможным внедрение некоторых технологий и приемов для смягчения последствий изменения климата, и препятствуют внедрению других. К главным условиям относятся:

- 1. Географические условия.** Это климатические условия в различных местностях (прибрежных, материковых, горных или долинных), от которых зависит приемлемость технологий и приемов смягчения воздействия изменений климата. В жарких и влажных тропических долинах важны такие технологии, как охлаждение и вентиляция застроенной среды; необходимость в отопительных технологиях невысокая, использование ветровых турбин также может быть ограничено из-за условий безветрия. Другие соображения – наличие местных ресурсов и материалов для долгосрочного плана создания и развития местных производственных мощностей, производящих определенные средства для смягчения последствий воздействия изменения климата.
- 2. Состояние экономического развития.** На основании этого можно определить, какие технологии и практики экономически приемлемы. К примеру, в наименее развитых странах следует сосредоточиться на низкочастотных или беззатратных технологиях, например: возрождение и инновационное применение традиционных строительных материалов и методов. Такие технологии и методы можно применять в краткосрочном и среднесрочном периоде, прежде чем, постепенно развиваясь, перейти к более сложным технологиям, требующим больших капитальных инвестиций и квалифицированной рабочей силы.
- 3. Состояние и тенденция урбанизации.** На их основании определяется преобладающее состояние урбанизации в стране, т.е. сельские районы; сельские районы, которые подвергнутся урбанизации; урбанизированные районы и предполагаемое развитие урбанизации. Если в стране много районов, где идет быстрая урбанизация, то приоритетными станут технологии и практика, которые применяются в новых зданиях для смягчения воздействий изменения климата. Если в стране имеются обширные сельские районы, и предполагается незначительная урбанизация, самыми приоритетными могут быть автономные технологии, использующие возобновляемые источники энергии.
- 4. Состояние застроенной среды.** Требуется определить количество и качество общего фонда зданий. Эти показатели можно подразделить на несколько категорий. Расчетная процентная доля существующего фонда зданий, которые, предположительно, будут реконструированы и

модернизированы; расчетная доля зданий, которые будут заменены в ближайшее время; и сколько зданий прогнозируется построить в краткосрочном, среднесрочном и долгосрочном периодах. Это поможет определить порядок приоритетных технологий и практик, подходящих для новых зданий или реконструкции существующих зданий.

- 5. Мощность существующих отраслей промышленности.** Опора на существующие отрасли промышленности позволяет создать, с большой степенью успешности, технологии и практики для смягчения последствий изменения климата. К примеру, у стран с развитыми отраслями производства цемента и кораблестроения есть возможность развивать и внедрять производство «зеленого» бетона. Дело в том, что цементная промышленность может использовать наличие побочных продуктов кораблестроения (летучей золы и гранулированного шлака) для замены углеродоемкого портлендского цемента.
- 6. Наличие трудовых ресурсов и специалистов.** Имеющиеся собственные профессиональные кадры можно в максимальной степени привлекать и/или подготовить для реализации выбранных технологий и практик для смягчения последствий изменения климата. Это позволит применять приоритетные технологии с минимальными затратами в развитие потенциала и обучение. А для долгосрочного развития следует предусмотреть национальные стратегии подготовки трудовых ресурсов.
- 7. Социальные нормы и нормы поведения.** Определяя приоритеты по технологиям и практике для смягчения воздействий изменения климата, необходимо учесть и эти факторы. Это позволит заручиться поддержкой заинтересованных участников, обеспечит более высокую степень принятия и поможет избежать неприемлемых технологий и отрицательных последствий от них. Например: в странах, где, как правило, используется естественная вентиляция зданий (чему благоприятствуют климатические условия), нет основания давать приоритет воздухонепроницаемой технологии. Воздухонепроницаемость не так важна для зданий с естественной вентиляцией, но важна для зданий, где предусмотрено кондиционирование воздуха.
- 8. Традиционные местные технологии и практики, применимые для смягчения последствий изменения климата.** Если такие технологии имеются, необходимо знать о них. К примеру, традиционное использование ветряных башен в странах Ближнего Востока. Эта местная технология – основа для передовых инновационных технологий пассивного солнечного дизайна. Об этом говорилось в разделе 4.1. Поэтому приоритет в использовании технологий и практик для смягчения последствий изменения климата должен отдаваться имеющимся местным технологиям и практике.

## **Система принятия решений по определению приоритетов**

Необходимо организовать систему принятия решений для сравнительного анализа всех возможных типологий и практики по смягчению последствий изменения климата. Это позволит облегчить работу национальной группы по оценке потребностей в технологиях (ОПТ) в определении приоритетов по технологиям, актуальным для данной страны. Такая система представляет собой матрицу, составленную на основе многокритериального анализа, как это рекомендуется в пособии ПРООН по проведению оценки потребности в технологиях в связи с изменением климата (UNDP, 2010).

В матрице кратко описаны различные технологии и практика по смягчению последствий изменения климата и их определяющие факторы. Факторы установлены с учетом перспективы применения: краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной. В документе ПРООН (UNDP, 2010) говорится:

- 1. Технологии ближней перспективы применяются на коммерческой основе с подтвержденной надежностью в сопоставимых рыночных условиях.*

2. В тех же рыночных условиях технологии среднесрочной перспективы должны применяться как докоммерческие (пять лет до полностью рыночного использования). А технологии долгосрочной перспективы должны проходить стадию исследования и разработки или прототипов.

Велик потенциал обеспечения успеха технологий и практики долгосрочной перспективы и их распространение за пределы национальных границ через сотрудничество по типу Юг-Юг. Такие технологии долгосрочной перспективы вносят вклад не только в деятельность строительного сектора по смягчению последствий изменения климата во всем мире, но и в экономическое развитие каждой страны. В Таблице 5.1.1 в обобщенной форме представлена система принятия решений по определению приоритетности.

**Таблица 5.1.1: Система принятия решений по определению приоритетности**

Типология мер для смягчения воздействия	Технологии и практика	Географические условия	Состояние экономического развития	Состояние и тенденция урбанизации	Состояние застроенной среды	Мощь существующих отраслей промышленности	Наличие трудовых ресурсов и специалистов	Социальные нормы и нормы поведения	Потенциальные местные технологии и практика	Наличие технологий краткосрочной перспективы	Разработка среднесрочных технологий	Потенциал передачи технологий долгосрочной перспективы сотрудничества по типу Юг-Юг
Пассивный солнечный дизайн	Выбор участка											
	Адаптивная архитектура - к условиям участка											
	Адаптивная архитектура – к солнцу											
	Адаптивная архитектура – к ветру											
Усовершенствованный пассивный солнечный дизайн	Использование теплоемких материалов											
	Возрожденное и инновационное использование традиционных строительных материалов и методов											
Использование технологий для повышения эффективности пассивного солнечного дизайна	Дизайн и технологии пассивного дома											
	Процесс комплексного проектирования жизненного цикла											
	Термоизоляционная оболочка зданий											
	Высокоэффективные системы фасадов зданий											
	Технологии <i>восполнения искусственного освещения дневным светом</i>											

Типология мер для смягчения воздействия	Технологии и практика	Географические условия	Состояние экономического развития	Состояние и тенденции урбанизации	Состояние застроенной среды	Мощь существующих отраслей промышленности	Наличие трудовых ресурсов и специалистов	Социальные нормы и нормы поведения	Потенциальные местные технологии и практика	Наличие технологий краткосрочной перспективы	Разработка среднесрочных технологий	Потенциал передачи технологий долгосрочной перспективой сотрудничества по типу ЮГ-ЮГ
Активный дизайн	Высокоэффективные системы отопления, вентиляции и кондиционирования											
	Эффективные системы освещения											
	Технологии эффективного использования водных ресурсов											
Низкоуглеродные технологии и секвестрация углерода	Секвестрация углерода и низкоуглеродные строительные материалы и продукты											
	Озеленение и интегрированные системы озеленения											
Генерация энергии на месте из возобновляемых источников	Гелиотехника											
	Ветровые турбины, интегрированные в конструкцию зданий											
Цикл контроля и связи с потребителями	Управление энергопотреблением и повышение эффективности											
	Катализаторы изменения в поведении											
За пределами отдельных зданий	Централизованные энергетические услуги											
	Экологический дизайн и практика деятельности устойчивых сообществ											

## Главные соображения при использовании системы принятия решений по определению приоритетности

Используя эту систему принятия решений по приоритетности технологий и практики, необходимо исходить из следующих главных соображений.

1. Сократить значительные выбросы парниковых газов в короткие сроки, начиная с самых простых технологий и двигаясь к более сложным технологиям.
2. Соответствовать конкретным условиям страны.
3. Эти решения должны дополнять другие национальные цели развития, включая качество жизни, контроль загрязнения, социальное здоровье, высокий уровень занятости, рост валового национального продукта и т.д.
4. Укреплять социальную и экономическую эффективность страны.

От национальной группы по ОПТ также требуется знать, насколько известны технологии и практика смягчения воздействий изменения климата. Степень известности технологий может стать фактором необъективности в определении приоритетности. К примеру, незнание некоторых технологий или недостаток знаний о них может привести к снижению качества и объема их применения, поскольку на более ранней стадии - при их внедрении - преимущества, недостатки, возможности и угрозы не были комплексно изучены. Для объяснения этого явления в пособии ПРООН (UNDP, 2010) приводится цитата из работы (Винскеля и др. (*Winkel et al.*, 2006)) о том, что «организации действуют в уже сложившихся социально-технических сетях и склонны реинвестировать в установившиеся компетенции; а прорывные технологии (например: возобновляемые источники энергии) в редких случаях кажутся целесообразными властям, поэтому развивать инновационные технологии обычно приходится малым сторонним организациям». В таком случае национальная группа по ОПТ, возможно, принимает решения по приоритетности технологий/ практики, не имея достаточной справочной информации. Поэтому национальной группе по ОПТ следует назначить защитника технологии, представляющего каждую незнакомую технологию или практику. Роль защитника технологии состоит в том, чтобы найти больше информации для членов группы и организовать работу по ознакомлению, например: техническую ознакомительную поездку, семинары и получение информации от международных экспертов.

## 5.2 Стратегии реализации технологии, заинтересованные стороны и условия

### Заинтересованные стороны

После того, как на национальном уровне установлены приоритеты по типам смягчения последствий изменения климата, можно создавать стратегии реализации. Хорошую стратегию можно создать только в случае хорошего знания заинтересованных участников из сектора строительства. Этим темам и посвящен данный раздел.

В секторе строительства обычно можно выделить 10 основных групп заинтересованных сторон. И у каждой из них, конечно, имеются собственные главные интересы и проблемы, которые приведены в следующей таблице.

**Таблица 5.2.1: Заинтересованные участники из сектора строительства и их главные интересы и проблемы (на основании публикации Wallbauma et al., 2010 г.).**

Основные заинтересованные стороны	Главные интересы и проблемы
Инвесторы	Окупаемость инвестиций, экономическое обоснование
Производители/ поставщики	Энергоснабжение/ наличие природных ресурсов
Банки/ финансовые учреждения	Окупаемость инвестиций
Подрядчики	Материалы и энергоснабжение, наличие квалифицированных трудовых ресурсов
Разработчики/ проектанты	Знания, творческое и эффективное применение технологий
Конечные потребители	Благосостояние, экономическая обоснованность, образ жизни
Публичные власти	Регулирование и контроль
НПО и гражданское общество	Социальная справедливость, доступ к информации
Исследование и образование	Технологии и знания
СМИ	Демократический обмен информацией

Поскольку изменения климата представляют важнейший интерес для международного сообщества, в секторе строительства многих стран проходит изменение системы воззрений. Цель в том, чтобы раскрыть огромный потенциал сектора строительства для смягчения последствий изменения климата и способствовать устойчивому развитию застроенной среды. Поэтому необходимо пересмотреть роли заинтересованных участников. На 4-й общей ежегодной встрече инициативы ЮНЕП «Устойчивое строительство и климат» (*SBCI*) собрались представители заинтересованных участников из сектора строительства; они пересмотрели и предложили обязательства и первоочередные действия для сокращения выбросов парниковых газов строительным сектором. В Таблице 5.2.2 эти обязательства и первоочередные действия представлены в отдельном столбце.

**Таблица 5.2.2: Заинтересованные стороны строительного сектора, их типичные интересы, проблемы и обязательства по смягчению последствий изменения климата (с учетом UNEP SBCI, 2009)**

Основные заинтересованные участники	Главные проблемы	Действия и обязательства (по смягчению последствий изменения климата)
<b>Инвесторы</b>	Окупаемость инвестиций, экономическое обоснование	1. Работать с правительствами стран над разработкой политики, которая изменит ситуацию и будет действовать как фактор перемен.
<b>Производители/ поставщики</b>	Энергоснабжение/ наличие природных ресурсов	2. Работать над введением механизма продажи квот на выбросы углерода.
<b>Банки/ финансовые учреждения</b>	Окупаемость инвестиций	3. Провести реконструкцию зданий для максимального снижения ими выбросов и повысить приспособляемость к изменению климата.
<b>Подрядчики</b>	Материалы и энергоснабжение, наличие квалифицированных трудовых ресурсов	4. Продемонстрировать использование передовых технологий на собственных зданиях и арендованных помещениях.
<b>Разработчики/ проектанты</b>	Знания, творческое и эффективное применение технологий	5. Перейти к целостным и системным решениям для зданий. 6. Вести целенаправленные исследования и разработки зданий, не оказывающих влияние на климат, с нулевыми выбросами. 7. Проводить просветительскую работу с каналами поставок.
<b>Конечные потребители</b>	Благосостояние, экономическая обоснованность, образ жизни	1. Создать рыночный спрос на энергоэффективные здания, обеспечивающие лучшее качество внутриквартирной среды и способствующие повышению качества жизни.

Основные заинтересованные участники	Главные проблемы	Действия и обязательства (по смягчению последствий изменения климата)
<p><b>Органы публичной власти</b></p>	<p>Регулирование и контроль</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принять национальное законодательство, требующее обязательных инвестиций в обеспечение энергоэффективности новых зданий и модернизацию старых зданий.</li> <li>2. Для определения базового уровня провести инвентаризацию энергопотребления, энергоэффективности и выбросов национального фонда зданий и установить плановые показатели для сокращения выбросов парниковых газов.</li> <li>3. Образовать фонд инвестиций в энергоэффективные здания, который может использоваться для первоначальных инвестиций и модернизации с целью повышения энергоэффективности. Такой фонд может финансироваться за счет налога на потребление энергии, превышающего средний уровень по стране, и /или путем перенаправления экономии на инвестициях в дополнительное производство энергии, полученной в результате сокращения спроса на энергию в зданиях.</li> <li>4. Поддержать включение в новое глобальное соглашение относительно изменения климата мер, стимулирующих инвестиции в проекты строительства новых зданий и модернизации старых зданий, которые ведут к сокращению или устранению выбросов.</li> <li>5. Для обеспечения и повышения энергоэффективности старых и новых зданий включить компонент развитие потенциала в систему/меры передачи технологий.</li> <li>6. Поддержать создание и реформу всех гибких механизмов, стимулирующих инвестиции, направленные на сокращение выбросов парниковых газов в результате всех процессов строительства.</li> <li>7. Модернизировать все государственные и муниципальные здания для обеспечения их высокой энергоэффективности и значительного сокращения выбросов парниковых газов.</li> </ol>

Основные заинтересованные участники	Главные проблемы	Действия и обязательства (по смягчению последствий изменения климата)
<b>НПО и гражданское общество</b>	Социальная справедливость, доступ к информации	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пропагандировать, взаимодействовать и распространять информацию.</li> <li>2. Готовить дипломированных и профильных специалистов строительного сектора и готовить будущее поколение профессионалов к воплощению принципов и практики экологического строительства.</li> <li>3. Поддерживать инициативность и работу по внедрению новых технологий.</li> <li>4. Контролировать соблюдение гарантий качества и стандартов низких выбросов парниковых газов в эксплуатационных показателях зданий.</li> <li>5. Помогать сообществам в развитии заботливого отношения к окружающей среде и образа жизни.</li> </ol>
<b>Научные исследования и образование</b>	Технологии и знания	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модернизировать школьные здания для сокращения выбросов парниковых газов и воспитывать перспективный ответственный уклад жизни.</li> <li>2. Ввести междисциплинарные учебные программы и исследования в области энергии, выбросов парниковых газов и социальной эффективности.</li> <li>3. Сотрудничать для пополнения баз данных и постоянного анализа воздействия зданий на климат.</li> <li>4. Разработать учебные программы и инструменты по энергоэффективности зданий и экологической ответственности.</li> <li>5. Создать региональные и субрегиональные центры передового опыта в области роли зданий в смягчении последствий изменения климата и адаптации.</li> </ol>
<b>СМИ</b>	Демократический обмен информацией	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Широко пропагандировать насущность и необходимость реализации потенциала секторов строительства в смягчении последствий изменения климата.</li> <li>2. Распространять техническую информацию, выводы и опыт, полученные в результате реализации сектором строительства технологий и практики по смягчению последствий изменения климата.</li> </ol>

## Стратегии

Эффективное внедрение технологии и практики по смягчению последствий изменения климата требует изменения системы воззрений относительно роли и эффективности заинтересованных участников, что вкратце было описано в предыдущем разделе. Заинтересованные стороны, как правило, обязуются сотрудничать друг с другом, укрепляя узы партнерских отношений. Ведущие партнерские отношения перечислены ниже. Такие партнерские отношения должны быть включены в стратегии по применению технологий и практик для смягчения последствий изменения климата.

- 1. Интегрирование подходов «сверху вниз» и «снизу вверх».** Подход «сверху вниз» означает политику правительства. Такой политикой могут быть стимулы и обязательные требования. Политика может влиять на деятельность других заинтересованных участников из сектора строительства, в частности, из частного сектора. Подход «снизу вверх» означает инициативы и работу отдельных лиц (владельцев домов, архитекторов, инженеров, застройщиков и инвесторов), компаний, профессиональных ассоциаций и других. Подход «сверху вниз» определяет направление на макроуровне; а подход «снизу вверх» представляет собой суммарные результаты на уровне реализации. Для создания реального и эффективного плана реализации, принципы «сверху вниз» должны дополняться вкладами тех заинтересованных акторов, которые будут воплощать эти изменения или применять стратегии. Для инициатив «снизу вверх» также важно признание другими заинтересованными участниками их вклада в смягчение последствий изменения климата. Инновации и дальнейшее развитие технологий и практики для смягчения последствий изменения климата (например: благоприятная политика, хорошие деловые перспективы и другие) необходимы для процветания благоприятствующей внедрению среды. Интеграция подходов «сверху вниз» и «снизу вверх» - эффективная стратегия для преодоления трудностей, созданных сегментацией и раздробленностью, на пути реализации потенциала строительного сектора по сокращению выбросов парниковых газов. Это также является нужной стратегией в отношении сдерживающих финансовых факторов, особенно для преодоления раздробленности экономических интересов участников из сектора строительства. К примеру, когда правительствами четко определено направление на снижение выбросов парниковых газов сектором строительства, и правительства строго его придерживаются (принцип «сверху вниз»), банки и финансовые институты могут с уверенностью внедрять услуги «зеленых» кредитов для инвестиций застройщиков и владельцев в соответствующие технологии и практики для смягчения последствия изменений климата. И такими действиями отдельных лиц и компаний, в свою очередь, подкрепляется политика правительства для внедрения в будущем еще более смелых и инновационных мер для снижения выбросов парниковых газов сектором строительства.
- 2. Партнерство частного и государственного сектора (ПГЧС).** Как и интегрирование подходов «сверху вниз» и «снизу вверх», ПГЧС объединяет преимущества государственного и частного секторов для преодоления финансового барьера (начальные и операционные затраты) в реализации масштабных и капиталоемких технологий и практик по смягчению последствий изменения климата. Пример – масштабное применение ветровых турбин, интегрированных в конструкцию зданий (*B/WT*) в среднесрочной перспективе, и долгосрочный план – развитие местных производственных мощностей и экспорт продукции и технических услуг в форме сотрудничества по типу Юг-Юг. В типичных случаях взаимоотношений ПГЧС публичный сектор обеспечивает благоприятствующие меры политики и стимулы, а частный сектор инвестирует или принимает долевое участие в инвестициях для разработки и исполнения проекта. Инвестиции в начальные затраты будут покрыты частному сектору в согласованные сроки и будут регулироваться заранее согласованными мерами политики. ПГЧС облегчает

для правительства бремя начальных инвестиций, а для частного сектора снижает риски инвестирования (через благоприятствующую политику).

3. **Партнерство с исследовательскими/ учебными заведениями.** Это может быть партнерство организаций публичного и/или частного сектора с исследовательскими/ учебными заведениями для широкого применения и инновационного развития технологий и практики по смягчению последствий изменения климата. В этом партнерстве исследовательские/ учебные заведения получают средства от публичного и /или частного сектора. А в ответ исследовательские/ учебные заведения направляют усилия на инновации и дальнейшее развитие технологий и практики по смягчения последствий изменения климата. Они также предоставляют квалифицированные трудовые ресурсы и специалистов для внедрения технологий и практики, смягчающих последствия изменений климата. Положительные плоды этого партнерства станут очевидными в среднесрочной и долгосрочной перспективе, но партнерство необходимо начинать немедленно.
4. **Партнерство с конечными потребителями и местными сообществами.** Без положительного отношения и участия конечных потребителей и сообществ внедрение технологий и практики по смягчению последствий изменения климата не будет успешным. Партнерство с конечными потребителями и местными сообществами может действовать в виде информационно-просветительных программы и кампаний. Устроителями этих мероприятий могут быть публичный сектор (соответствующие правительственные ведомства), частный сектор (компании, занимающиеся популяризацией энергоэффективных продуктов), НПО, образовательные учреждения, СМИ (ТВ программы, журнальные статьи, газеты, пишущие о выгодах энергоэффективных технологий и передовой практике по смягчению последствий изменения климата и другие). Разъяснительная работа помогает в преодолении таких сложностей, как потребительские устремления и эффект рикошета на пути внедрения инноваций для сокращения выбросов парниковых газов строительным сектором, как говорилось в Разделе 2.3.
5. **Международное партнерство.** Международное партнерство всегда приносит много положительного, как для стран, где технологии и практика, смягчающие последствия изменения климата, переживают период детства, так и для стран, находящихся на этапе их зрелого внедрения. Для стран, находящихся на этапе зрелого внедрения, ценным источником технического мастерства, технического прогресса и опыта внедрения становится сотрудничество и передача знаний по типу Юг-Юг. Страны, где технологии и практика, смягчающие последствия изменения климата, переживают период детства, особая польза заключена в получении доступа к богатому источнику технического опыта и стратегий реализации для ознакомления с обоснованными принципами и поддержкой, имеющимися у стран, находящихся на этапе зрелого внедрения.

Использование этих главных стратегий сотрудничества и координации определенно может способствовать оптимизации потенциала технологий и практики (как подробно описано в Разделе 4).

## Контекст

Принципы и стратегии привлечения заинтересованных участников в подходящее время могут использоваться оптимально только при понимании социальных, экономических, культурных условий страны и этапа развития. Условия даже в одной стране могут быть разными. В целом, застроенная среда может существовать в трех контекстах. Эти контексты – сельские районы; полусельские районы, подвергающиеся урбанизации, и урбанизированные местности. У разных

типов территорий свои особенности и требования, поэтому для каждого из трех контекстов существуют свои сложности, возможности и требования. В качестве общего наблюдения:

1. В сельских районах в качестве решений для смягчения воздействия изменений климата непосредственно применимы технология и практика пассивного солнечного дизайна, усовершенствованный пассивный солнечный дизайн, использование технологий для повышения эффективности пассивного солнечного дизайна, низкоуглеродные технологии и поглотители углерода, генерация электричества на месте из возобновляемых источников, экологический дизайн и практика деятельности устойчивых сообществ. Чаще всего сложности заключаются в недоступности технических знаний и информации, финансовых ограничениях для использования на месте возобновляемых источников энергии. В сельских районах сильны общинные связи, и они могут использоваться для проведения эффективных просветительных кампаний.
2. В урбанизированных условиях для смягчения воздействия изменений климата применимы технология и практика для застройки высокой плотности: озеленение, интегрированное в конструктивную систему зданий, подсоединенная к сети фотоэлектрическая система и централизованные энергетические услуги. Для обеспечения жизнедеятельности этих сложных технологий имеются высококвалифицированные трудовые ресурсы, действующие исследовательские институты и т.д.
3. В полусельских районах, подвергающихся урбанизации, имеются возможности внедрять разнообразные технологии и практику по смягчению последствий изменения климата в новых зданиях. Крайне важно включить элементы и программы для имеющихся трудовых ресурсов других секторов (зачастую из сельского хозяйства) для профессиональной подготовки и / или повышения квалификации в области энергоэффективных зданий и сходных технологий. Таким образом, внедрение технологии и практики по смягчению последствий изменения климата поможет облегчить напряженность и воздействие, вызванные социальными и экономическими переменами, так как создаются возможности для занятости.

### 5.3 Шаги по практической реализации

В этом разделе описываются общие практические шаги по применению технологий и практик для смягчения последствий изменения климата, исходя из условий, заинтересованных сторон и общих стратегических установок, описанных в предыдущем разделе. Эти основные шаги описаны ниже.

#### Учреждение рабочей группы

Для сектора строительства характерны раздробленность и сегментация; поэтому для координации действий различных участников, занятых в реализации технологий и практики по смягчению последствий изменения климата требуется развитая организационная система.

Необходимо учредить специализированную рабочую группу в качестве ведущего органа управления, занимающегося внедрением технологий и практик по смягчению последствий изменения климата в строительном секторе. Это должна быть межведомственная рабочая группа, которая объединяет различные государственные учреждения и органы. В группе должны быть представлены органы контроля в строительстве, органы контроля городского развития, контроля парков и озеленения, экологического контроля и контроля загрязнений, органы управления ресурсами, управления промышленного развития, финансовые и налоговые органы и другие.

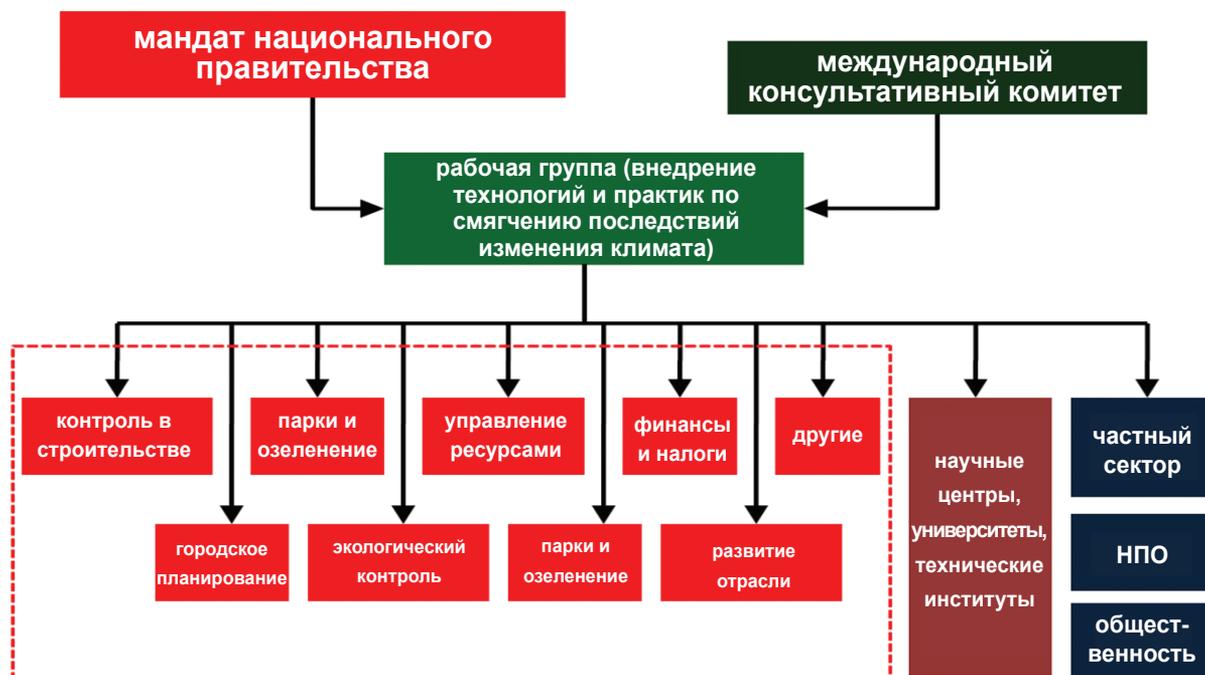
В качестве примера возьмем содействие такой технологии, как озеленение, интегрированное в конструктивную систему зданий (Раздел 4.11). Орган контроля парков и озеленения обеспечивает руководство по применению (рекомендации приемлемых видов и растений), контроль хода выполнения и контроль эффективности (например, тенденции сохранения биоразнообразия). Орган контроля в строительстве обеспечивает методические руководства в строительстве, контроль качества строительных работ и внедряет требования техники безопасности для монтажа систем. Орган городского планирования занимается координацией и содействует применению в масштабах градостроительства (чтобы обеспечить взаимосвязь зеленых пространств, экологические коридоры, снижение теплового загрязнения в горячих точках города и т.д.) и предоставляет стимулы, например: возможность увеличения допустимой площади зданий и т.д. Финансовые и налоговые органы занимаются финансовыми стимулами, такими, как гранты и освобождение от налогообложения на повышение квалификации и курсы технической подготовки. В результате такого сотрудничества между правительственными органами будут обеспечены надежные организационные условия, способствующие тому, чтобы частный сектор и владельцы зданий занимались озеленением своих зданий.

В рабочую группу, кроме представителей государственных органов, должны входить:

1. Представители местных исследовательских центров, университетов и институтов технического обучения, которые участвуют в разработке стратегий подробного технического применения, подготовке местных трудовых ресурсов и повышении квалификации.
2. Представители частного сектора, НПО и общественности, вносящих свой вклад в создание политики и предоставляющих отзывы об эффективности этой политики.

Желательно, чтобы рабочей группой руководил международный консультативный комитет, состоящий из выдающихся специалистов в области применения технологий и практик по смягчению последствий изменения климата. На начальной стадии внедрения технологий и практик по смягчению последствий изменения климата члены международного консультативного комитета должны внести вклад через применение своего богатого опытом. На стадии зрелости внедрения технологий и практик, их вклад будет заключаться в использовании широких профессиональных сетей и связей для преодоления оторванности местных практик от глобальных тенденций, технологического развития и потенциальных рынков для экспорта технологий/ практик.

**Рисунок 5.3.1: Организационная структура типичной рабочей группы по технологиям и практике для смягчения последствий изменений климата.**



### Определить пробелы и сформулировать концепцию

Одна из ближайших задач рабочей группы – определить пробелы в состоянии реализации целевых технологий для смягчения последствий изменения климата по сравнению с международными показателями и разработать концепцию реализации и развития.

При участии международного консультативного комитета рабочая группа может провести глобальный комплексный обзор состояния реализации технологий и практики по смягчению последствий изменения климата. Случаи успеха и неудач должны рассматриваться с одинаковым вниманием. Необходимо отнестись со вниманием к следующему:

1. Провести анализ важных факторов успеха.
2. Извлечь уроки из случаев неудач.

Параллельно с проведением глобального обзора рабочая группа должна собирать сведения о местных условиях для целевых технологий и практики, связанных со смягчением последствий изменения климата. Рабочая группа также должна проводить консультации с местными заинтересованными сторонами по поводу перспективности масштабного внедрения и реализации целевых технологий и практик. Это поможет рабочей группе лучше понять интересы, потребности и проблемы местных заинтересованных участников.

Сопоставляя передовую глобальную практику и местные условия, можно определить отставание реализации, сильные и слабые стороны, возможности и угрозы. Долгосрочная цель - полное

преодоление такого отставания; исходя из этого, можно сформулировать концепцию для реализации целевых технологий и практики по смягчению последствий изменения климата. А на основании долгосрочных соображений, в свою очередь, можно будет сформулировать среднесрочные цели и, наконец, краткосрочный план, и незамедлительные действия.

### **Создание плана действий**

План действий необходим на ранней стадии реализации. Хороший план будет служить руководством для масштабного внедрения и обоснованного применения технологий и практик. Это не должно мешать плану быть амбициозным. В плане действий должны быть учтены местные условия, определены действия и целевые показатели на краткосрочную, среднесрочную и долгосрочную перспективу. В целом план действий может включать следующие общие стратегии:

1. Оценить наличие ресурсов: материалов и квалифицированных трудовых ресурсов для непосредственного начала внедрения и определить достижимые цели на краткосрочную перспективу.
2. Повысить степень распространения технологий через проведение разнообразной информационной и просветительской работы и применение разнообразных стимулов. Это также называется стратегией вовлечения участников на начальной стадии внедрения и обеспечения экономической целесообразности технологий и практик в краткосрочной перспективе.
3. Использовать стратегии внедрения и развития технологий и практик для обеспечения –их независимости от стимулов и обеспечения самодостаточности путем создания экономических факторов и спроса в среднесрочной перспективе.
4. В то время как масштаб внедрения технологий и практик по смягчению последствий изменения климата будет постепенно увеличиваться и нормализовываться, внедрить политические инструменты и стратегии, способствующие наращиванию производственного потенциала для сотрудничества Юг-Юг; а также продвигать инновации путем исследований и разработок для улучшения характеристик технологий и практики.

### **Установить стандарты энергетической эффективности зданий**

Для обеспечения реализации всех необходимых технологий и практик и вовлечения заинтересованных сторон, как в развитых, так и в развивающихся странах, широко практикуется установление стандартов энергоэффективности зданий. Эти стандарты могут использоваться, как для сравнительного анализа, так и мониторинга. Используя их, можно устанавливать направление и развивающиеся целевые показатели для развития строительного сектора и цепи поставок.

Внедрение стандартов энергоэффективности зданий позволяет создать равные условия для всех участников в строительном секторе. Для начала стандарты должны предписывать минимальную энергетическую эффективность, не требующую больших дополнительных затрат со стороны владельцев зданий, застройщиков, специалистов и других поставщиков технологий и услуг. Можно начать с соблюдения обязательной типологии смягчения последствий изменения климата, пассивного солнечного дизайна (как подробно описано в Главе 3), потому что соблюдение этих требований не влечет дополнительных затрат и не требует высококвалифицированных и подготовленных специалистов.

## **Продемонстрировать использование технологий и практики, смягчающих последствия изменения климата**

На раннем этапе реализации полезные данные о технической и экономической целесообразности технологий для смягчения последствий изменения климата можно получить, демонстрируя результаты монтажа и эксплуатации целевых технологий. Демонстрационные проекты не только предоставляют бизнес кейс для улучшения энергоэффективности, но и помогают заинтересованным сторонам, включая участников проекта, получить ценный опыт.

В большинстве случаев демонстрационные проекты инициируются государственным сектором. Государственные здания: школы, больницы и социальное жилье - вот те виды зданий, на которых можно продемонстрировать разнообразные технологии и практики. Может быть полезным начать с нескольких пилотных проектов. Как только бизнес-кейс будет разработан, целевые технологии и практики могут быть применены в более широком масштабе во всех государственных зданиях. Таким образом, государственный сектор может возглавить работу и вдохновить рынок на сокращение выбросов ПГ строительным сектором. Значительный рост в последнее время демонстрационных проектов, инициированных частным сектором как часть рыночной стратегии, и университетами или исследовательскими институтами в рамках исследований и разработок, внушает оптимизм.

## **Организовать информационные центры по технологиям смягчения последствий изменения климата**

Зачастую демонстрационные проекты представляют собой типовые проекты. К примеру, некоторые технологии наиболее эффективны в определенных условиях, которые и создаются в демонстрационных проектах. Однако у каждого здания свои особенности, зависящие от контекста. Их условия, требования, возможности и ограничения для применения различных технологий и практики по смягчению последствий изменения климата могут отличаться. В дополнение к демонстрационным проектам могут создаваться информационные центры, которые будут предоставлять заинтересованным участникам практические консультации и техническую помощь. Консультации могут знакомить с конкретными продуктами, брендами, технической спецификацией, помочь найти компанию для выполнения работ и сообщить об имеющейся финансовой помощи (при ее наличии) (UNDP & GEF, 2010).

## **Подготовить местные трудовые ресурсы и нарастить потенциал**

Масштабное распространение целевых технологий и практик, смягчающих последствия изменения климата, за рамки демонстрационных и пилотных проектов невозможно без местных квалифицированных трудовых ресурсов и экспертов. Поэтому приоритет этого этапа – укрепление местных институтов технической подготовки и университетов. В сельских районах и подвергающихся урбанизации полусельских районах также важно организовать специальные программы подготовки для трудовых ресурсов из других секторов (сельского хозяйства) для обеспечения занятости в строительном секторе. Таким образом, реализация потенциала по сокращению ПГ также может помочь решать местные экономические и социальные проблемы.

## **Создать благоприятную бизнес среду**

На этом этапе также важно создать благоприятную бизнес среду для целевых технологий и практик, смягчающих последствия изменения климата. Такую среду можно создать, используя налоговые

стимулы, гранты и стимулы для создания, признание передовой практики путем наград и премий и другие. Эти меры будут стимулировать рост местного предпринимательства и пополнение рядов защитников инновационного использования и разработки целевых технологий и практик по смягчению последствий изменений климата.

После того, как местные заинтересованные стороны станут компетентны в вопросах целевых технологий и практик, рабочая группа может перейти к выполнению плана по передаче знаний и экспорту технологий через сотрудничество Юг-Юг.

### **Содействовать инновациям и дальнейшему развитию технологий и практики по смягчению последствия изменения климата**

Когда минимальные стандарты энергоэффективности зданий и применение целевых технологий и практик станут нормой и будут легко выполняться всеми местными участниками, стандарты энергетической эффективности необходимо будет повысить для достижения более высоких показателей по смягчению последствий изменения климата. Важно, чтобы эти стандарты предоставляли возможность для и стимулировали инновационные технологии и практики, выходящие за пределы тех, которые были описаны в Главе 4.

Партнерство государственного сектора, частного сектора, университетов и исследовательских центров не должно останавливаться на уровне внедрения технологий; оно должно продолжаться и охватывать дальнейшее развитие целевых технологий и практик.

### **Внедрить механизм мониторинга и обратной связи**

Рабочей группе настоятельно рекомендуется разработать средства для мониторинга успеха в реализации целевых технологий и практик и мониторинга достигнутого сокращения выбросов ПГ. Такими средствами могут быть обязательные периодические отчеты аудиторов о зданиях большого размера, оснащенных целевыми технологиями по смягчению последствий изменения климата. Также может проводиться мониторинг общего потребления энергии зданиями в районах, зонах, больших и малых городах и регионах, где внедряются целевые технологии.

При реализации плана действий рабочей группе следует ввести механизм обратной связи. Иницирующим фактором для механизма обратной связи могут быть периодические измерения сокращения выбросов ПГ, а также отзывы других заинтересованных участников. План действий должен быть гибким и позволять корректировку и улучшение для реагирования на механизм обратной связи. Таким образом, план действий может быть выполнен и позволит действовать с учетом меняющихся местных условий.



## 6. Выводы

---

Как следует из предыдущих глав, строительный сектор оказывает большое воздействие на окружающую среду земного шара и располагает не меньшим потенциалом для смягчения последствий изменения климата. Сектором потребляется большая доля глобальных энергоресурсов; на него также приходится большая часть выбросов парниковых газов. Перспективы сокращения выбросов ПГ строительным сектором огромны, особенно путем повышения энергоэффективности зданий. Здания важны для всех аспектов нашей жизни. Поэтому с сокращением выбросов ПГ в этом секторе создаются многочисленные возможности повысить качество жизни, улучшить состояние здоровья и окружающей среды, достичь социального и экономического развития для пользователей, местных сообществ, малых и больших городов, стран и регионов.

В качестве скромного вклада в оптимизацию таких возможностей в этой книге описываются основные варианты смягчения последствий изменения климата, подробный анализ различных технологий и практик по смягчению последствий изменения климата и обсуждается их реализация. Однако отмечается, что реализация этих вариантов изолированно не даст желаемых результатов. Как подчеркивается ПРООН и ГЭФ (UNDP & GEF, 2010), «большая экономия может быть достигнута в результате оптимизации всей системы здания, а не совершенствованием разных элементов в отдельности. Это выполнимо, если действовать с самой начальной стадии жизненного цикла здания или путем масштабной реконструкции. Другая часть энергопотребления связана с использованием здания и работой установленного в нем оборудования (котлов, систем ОВК, освещением, электрических приборов и т.д.), а также укладом жизни людей, использующих здания (выбор температуры воздуха внутри помещения, выключение неиспользуемых приборов и света и т.д.)».

Сектор строительства оказывает большое влияние на многие стороны нашей жизни: благосостояние, здоровье, воздействует на социальное, экономическое и экологическое развитие. Следовательно, технологии и практики по смягчению последствий изменения климата, наряду с целостным подходом на основе метода жизненного цикла, должны внедряться одновременно с другими целями и стратегиями для устойчивого развития местного сообщества, больших и малых городов, стран, регионов и всего глобального сообщества. Выбор и организация типологии по смягчению последствий изменения климата сделаны на основе такого подхода. Типологии подробно представлены, начиная с уровня простых и приемлемых для реализации до наиболее совершенных и сложных (Глава 3).

Еще одно применение этого руководящего принципа - создание системы принятия решений по приоритетности технологий и практики, смягчающих последствия изменения климата и практики на национальном уровне (Раздел 5.1). Такая система призвана обеспечить соответствие технологий, приоритетных для смягчения последствий изменения климата, национальным целям устойчивого развития. С этой целью реализация приоритетных технологий, смягчающих последствия изменения климата, становится неотъемлемой частью стратегий в поддержку социального и экономического роста в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе, также как и повышение благосостояния и качества жизни сообщества и его членов.

В подразделе Стратегии реализации технологий и практики (Раздел 5.2) объясняется, как можно использовать партнерство различных заинтересованных участников для оптимизации потенциала сокращения выбросов ПГ в секторе строительства, уделив главное внимание взаимосвязи трех основных элементов устойчивого развития (Sam, 2011). Другими словами, для эффективного внедрения технологий, смягчающих последствия изменения климата, требуется интегрированный подход с вовлечением всех заинтересованных участников и согласованного выполнения стратегий организационного и финансового развития, развития компетенций трудовых ресурсов. Таким образом, можно преодолеть главные препятствия на пути реализации потенциала строительного сектора в снижении выбросов ПГ.

В подразделе Шаги по практической реализации (Раздел 5.3) предлагаются поэтапные действия по внедрению технологий и практик, смягчающих последствия изменения климата, для достижения желаемых целей. Для национальной группы по ОПТ важно учесть, что все рекомендации носят типовой характер и могут служить лишь общим руководством. В детальном процессе реализации на уровне страны, города или местного сообщества должен быть внимательно учтен местный контекст и сделана привязка к конкретным условиям для получения ожидаемых результатов.

Проводится анализ и обсуждение технологий и практик по смягчению последствий изменения климата, с учетом устойчивого развития на макроуровне (Глава 4). Обсуждение каждой отдельной технологии и практики включает подробный анализ вклада в смягчение последствий изменения климата, в экологическое, социальное и экономическое развитие, а также особенности технических и контекстуальных требований и условий для реализации.

Вкратце, эта книга призвана дать детальное представление об имеющихся в строительном секторе технологиях и практиках по смягчению последствий изменения климата, как основы для проведения странами оценки потребности в технологиях и создания планов действий в отношении технологий. Технологии и практика по смягчению последствий изменения климата изучены на основе технического анализа, их пригодность для реализации также тщательно учтены. Аспекты реализации включают систему политических мер, целесообразность для наращивания местного потенциала, потенциала создания и удовлетворения местного спроса, и возможности сотрудничества по типу Юг-Юг.

Рассмотрение реализации также выходит за рамки чисто технических вопросов и охватывает более широкие аспекты экологически устойчивых зданий. Подлинно экологически устойчивые здания способны обогатить наши чувства при ежедневном общении с застроенной и естественной природной средой и, таким образом, позволить жильцам и населению в целом ощутить красоту экологически устойчивого образа жизни. Это важное свойство облагораживает экологически устойчивые здания и переводит из области выполнения физических функций в духовную область формирования экологически устойчивого образа жизни и привычек (Sam, 2005). Это – дополнительные, но существенные условия и положительные эффекты от реализации технологии и практик, смягчающих последствия изменения климата. Они составят основу для воспитания устойчивого образа жизни и уклада пользователей зданий и местных сообществ, что поддерживается образовательными программами и публичными кампаниями государственного и муниципального сектора, НПО и СМИ с целью повышения осведомленности. Такой системный подход поможет сектору строительства реализовать свой огромный потенциал по смягчению последствий изменения климата, повысить качество застроенной среды для проживания, обучения, работы и отдыха.

## ССЫЛКИ

---

Abbaspour M., Hennicke P., Massarrat M. & Seifried D. (2005). Case Study: Solar Thermal Energy in Iran Saving energy, realising net economic benefits and protecting the environment by investing in energy efficiency and renewable energies. Heinrich Böll Foundation. [Online]:[http://www.ceers.org/News/Solar\\_Iran-Execut\\_Summary.pdf](http://www.ceers.org/News/Solar_Iran-Execut_Summary.pdf)

ABS Energy Research (2007). Prepayment Metering (2nd Ed.). ABS Energy Research.

Alternative Energy Africa News (13/05/2010). Analysis Offers Insight to Building Management Systems. [Online]: [www.ae-africa.com/read\\_article.php?NID=2037&PHPSESSID=b014def7eb758525de05f8d001265dd3](http://www.ae-africa.com/read_article.php?NID=2037&PHPSESSID=b014def7eb758525de05f8d001265dd3)

Ander D. G. (2008). Daylighting. In Whole Building Design Guide. USA: Whole Building Design Guide. [Online]: [www.wbdg.org/resources/daylighting.php#](http://www.wbdg.org/resources/daylighting.php#)

Auroville Earth Institute (2009). Earth Based Technologies. [Online]: [www.earth-auroville.com/maintenance/uploaded\\_pics/4-cseb-en.pdf](http://www.earth-auroville.com/maintenance/uploaded_pics/4-cseb-en.pdf)

Auroville Earth Institute (2009). Moveable House Built in 64 Hours. [Online]: [www.earth-auroville.com/maintenance/uploaded\\_pics/10-moveable-house-en.pdf](http://www.earth-auroville.com/maintenance/uploaded_pics/10-moveable-house-en.pdf)

Barefoot College, Campus website. [Online]: [http://www.barefootcollege.org/barefoot\\_aboutus\\_campus.asp](http://www.barefootcollege.org/barefoot_aboutus_campus.asp)

BASF Asia Pacific (2010). BASF Contributes to Ultra-low Energy Hamburg House at Shanghai EXPO 2010. [Online]: [www.asiapacific.basf.com/apex/AP/AsiaPacific/en/upload/Press2010/Hamburg\\_House](http://www.asiapacific.basf.com/apex/AP/AsiaPacific/en/upload/Press2010/Hamburg_House)

BCA(2007). Green Building Design Guide – Air-conditioned Buildings. Singapore: Building and Construction Authority.

Bentley (2009). Product Data Sheet: Bentley® Simulator V8iIndustry – Leading Building Energy Modeling and Simulation. Bentley. [Online]: <ftp://ftp2.bentley.com/dist/collateral/Web/Building/BentleyTas/BentleyTAS-ProductDataSheet.pdf>

Bertoldi P., Rezessy S. & Urge-Vorsatz D. (2005). Tradable Certificates for Energy Savings: Opportunities, Challenges & Prospects for Integration with other Market Instruments in the Energy Sector. In Energy and Environment, 16(6), pp.959-992.

Bhattacharya S. & Cropper L. M. (2010). Options for Energy Efficiency in India and Barriers to Their Adoption: A Scoping Study. Washington D. C.: Resources for the Future.

Bradsher K. (08 December 2010). China's green-centric tycoon. The Bulletin. [Online]: [http://www.bendbulletin.com/apps/pbcs.dll/article?AID=/20101208/NEWS0107/12080349/1011/BIZ01&nav\\_category=BIZ01](http://www.bendbulletin.com/apps/pbcs.dll/article?AID=/20101208/NEWS0107/12080349/1011/BIZ01&nav_category=BIZ01)

Brandes M. O., Renzetti S., and Stinchcombe K. (2010). Worth Every Penny: A Primer on Conservation-Oriented Water Pricing. POLIS Project on Ecological Governance, University of Victoria. [Online]: [www.allianceforwaterefficiency.org/.../POLIS-Primer-on-Conservation-Rate-Structures-May-2010.pdf](http://www.allianceforwaterefficiency.org/.../POLIS-Primer-on-Conservation-Rate-Structures-May-2010.pdf)

Broad Sustainable Building (2010). Construct a Beautiful World. [Online]: <http://www.broad.com:8089/english/zlxz>

Brown R. L. (2009). Plan B 4.0: Mobilizing to Save Civilization. New York: W.W. Norton & Company.

Bureau of Indian Standards (1987). SP: 41 (S&T) -1987 - Handbook on functional requirements of buildings. New Delhi.

Cam C.N.W. (2005). Environmental Performance and Sustainable Architecture: A Critical Review in the Context of Singapore Public Housing (Phd Thesis). National University of Singapore. Singapore.

Cam C.N.W. (2010). From Global Climate Change Issues to Low Carbon Cities: the Triple Bottom Line Revisited. First International Conference on Sustainable Urbanization. Hong Kong, 15-17 December, 2010.

Cam C.N.W. (2011). Fostering Interconnectivity Dimension of Low-Carbon Cities. Habitat International journal. Elsevier.

Chiang K. & Tan A. (2009). Vertical Greenery for the Tropics. Singapore: National Parks Board, National University of Singapore and Building and Construction Authority.

China Real Estate News. (2010). Green roof temperature can drop 20-40 degrees Celsius in summer. 26 July 2010. [Online]: <http://www.chinarealestatenews.com/news/2010-07-26/86658>

Davies C. (2010). Solar energy brings power to rural Africa. CNN News. [Online]: <http://edition.cnn.com/2010/TECH/innovation/08/10/solar.energy.africa/#fbid=qcXZ7rtCWtX&wom=false>

Designbuilt-network.com (accessed on 28 Nov. 2010). Bahrain World Trade Centre, Manama, Bahrain. [Online]: [www.designbuild-network.com/projects/bahrain](http://www.designbuild-network.com/projects/bahrain)

Deutsche Botschaft Dhaka (accessed on 17 Nov. 2010). Prepaid Electricity Meters Quickly Catching on in Bangladesh. [Online]: [www.dhaka.diplo.de/Vertretung/dhaka/de/07/EZ\\_Praxis/Energieeffizienz/Energieeffizienz\\_eite.html](http://www.dhaka.diplo.de/Vertretung/dhaka/de/07/EZ_Praxis/Energieeffizienz/Energieeffizienz_eite.html)

District of Saanich (accessed on 20 Mar. 2011). Tap By Tap Energy and Water Saving Fixture Exchange. [Online]: <http://www.saanich.ca/living/climate/tapbytap.html>

DLS. (2009). Green Building Products and Technologies Handbook. Singapore: Davis Langdon & Seah Singapore Pte Ltd.

Dunnett N. & Kingsbury N. (2008). Planting Green Roofs and Living Walls. Portland, USA and London, UK: Timber Press.

E.C. (2009). ICT for a Low Carbon Economy: Smart Buildings. Brussels: ICT for Sustainable Growth Unit, European Commission.

Ekodoma C. R. (2004). The Case for District Heating: 1000 Cities Can't Be Wrong! – A Guide for Policy and Decision Makers. UK: DHCAN.

EMA & BCA (2009). Handbook for Solar Photovoltaic (PV) Systems. Singapore: Energy Market Authority & Building and Construction Authority.

en.lighten Initiative (2009). Efficient Lighting for Developing and Emerging Countries. [Online]: <http://www.enlighten-initiative.org/Portals/94/Final%20English%20Brochure.pdf>

Energy Charter Secretariat (2005). Cogeneration and District Heating: Best Practices for Municipalities. Brussels, Belgium.

Environmental Leader Insight (2010). Global Energy Efficient Lighting Market to Hit \$32.2 Billion by 2015. Issue 08.09.2010 [Online]: <http://www.environmentalleader.com/2010/09/08/global-energy-efficient-lighting-market-to-hit-32-2-billion-by-2015/>

EPC Watch (2007). Measurement & Verification of Energy Efficiency Projects: Guidelines. [Online]: <http://energyperformancecontracting.org/Guide-MandV1.pdf>

ETAP (2006). Austria reaches Top Position in Passive House Technology thanks to the “Building of Tomorrow” Programme. Environmental Technologies Action Plan. [Online]: [http://ec.europa.eu/environment/etap/pdfs/oct06\\_building\\_of\\_tomorrow\\_austria.pdf](http://ec.europa.eu/environment/etap/pdfs/oct06_building_of_tomorrow_austria.pdf)

EURIMA (2005). Insulation and Energy Efficiency: Protecting the Environment and Improving Lives. European Insulation Manufacturers Association [Online]: [www.eurima.org/uploads/Documents/documents/Insulation\\_and\\_Energy\\_Efficiency\\_Naima\\_Eurima\\_Lx\\_11\\_2005.pdf](http://www.eurima.org/uploads/Documents/documents/Insulation_and_Energy_Efficiency_Naima_Eurima_Lx_11_2005.pdf)

Euroheat & Power (2007). District Heating and Cooling – 2007 Statistics. [Online]: [www.euroheat.org/Statistics-69.aspx](http://www.euroheat.org/Statistics-69.aspx)

European Commission (2007). Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Limiting global climate change to 2 degrees Celsius - The way ahead for 2020 and beyond. Brussels, Belgium. [Online]: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52007DC0002:EN:NOT>

European Commission (2009). ICT for a Low Carbon Economy: Smart Buildings. Brussels: ICT for Sustainable Growth Unit, European Commission.

EWEA (2009). Wind Energy: The Facts. European Wind Energy Association 2009. [Online]: [www.wind-energy-the-facts.org](http://www.wind-energy-the-facts.org)

Feist W. (2005). First Steps: What Can be a Passive House in Your Region with Your Climate? Darmstadt: Passive House Institute.

Forestry News (2010). Nepal Biogas Project: Reducing emissions while providing community benefits. [Online]: [www.forestrynepal.org/article/news/375](http://www.forestrynepal.org/article/news/375)

Freedonia (2010). World HVAC Equipment: Industry Study with Forecasts for 2014 & 2019. Clever land, USA: the Freedonia Group.

Goldman C., Hopper N. & Osborn J. (2005). Review of US ESCO Industry Market Trends: an Empirical Analysis of Project Data. In Energy Policy, 33, pp.387-405.

Goswami A., Dasgupta M. & Nanda N. (2010). Mapping Climate Mitigation Technologies and Associated Goods within the Buildings Sector. India: International Centre for Trade and Sustainable Development.

Government of Western Australia (2010). Approved Grey Water Reuse Systems. [Online]: [www.public.health.wa.gov.au/cproot/1342/2/Approved%20Greywater%20Reuse%20Systems.pdf](http://www.public.health.wa.gov.au/cproot/1342/2/Approved%20Greywater%20Reuse%20Systems.pdf)

Graham C. I. (2009). High-Performance HVAC. In Whole Building Design Guide. Washington D.C.: National Institute of Building Sciences. [Online]: [www.wbdg.org/resources/hvac.php](http://www.wbdg.org/resources/hvac.php)

Graham, P. (2003). Building Ecology: First Principles for a Sustainable Built Environment. Oxford: Blackwell.

Green Communities (website accessed on 09.11.2010). Food Security In The Form Of Food Tunnels. [Online]: [www.greencommunities.co.za/projects-food.asp](http://www.greencommunities.co.za/projects-food.asp)

GRHC. (2008). Introduction to Green Walls Technology, Benefits and Design. Green Roofs for Healthy Cities.

Grimshaw J. D. & Lewis S. (2010). Solar power for the poor: facts and Рисункс. Science and Development Network. [Online]: [www.scidev.net/en/south-asia/features/solar-power-for-the-poor-facts-and-Рисункс-1.html](http://www.scidev.net/en/south-asia/features/solar-power-for-the-poor-facts-and-Рисункс-1.html)

Haase M. & Amato A. (2006). Ventilated Façade Design in Hot and Humid Climate. In Proceedings of The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006.

Hausladen G., Saldanha M., Liedl P. & Sager C. (2005). Climate Design: Solutions for Buildings That Can Do More with Less Technology. Munich: Birkhauser.

Hermelink A. (2006). A Retrofit for Sustainability: Meeting Occupants' Needs within Environmental Limits. [Online]: [www.solanova.org/resources/SOLANOVA\\_Paper\\_Pacific\\_Grove\\_08-2006\\_Hermelink\\_web.pdf](http://www.solanova.org/resources/SOLANOVA_Paper_Pacific_Grove_08-2006_Hermelink_web.pdf)

Hydroball (2007). Product Specification. [Online]: [www.hbt.com.sg/design\\_spec.htm](http://www.hbt.com.sg/design_spec.htm)

IEA (2001). Things that Go Blip in the Night.: Standby Power and How to Limit It. Paris: International Energy Agency.

IEA (2008). Commissioning Tools for Improved Energy Performance. [Online]: [www.ecbcs.org/docs/Annex\\_40\\_Commissioning\\_Tools\\_for\\_Improved\\_Energy\\_Performance.pdf](http://www.ecbcs.org/docs/Annex_40_Commissioning_Tools_for_Improved_Energy_Performance.pdf)

IEA (2009). World Energy Outlook 2009. Paris: International Energy Agency.

IEA (2002). The Integrated Design Process in Practice: Demonstration Projects Evaluated. IEA Task 23 – Optimization of Solar Energy Use in Large Buildings. [Online]: [www.iea-shc.org/task23/publications/CS\\_demobuildings.pdf](http://www.iea-shc.org/task23/publications/CS_demobuildings.pdf)

IEA & OECD (2010). Energy Technology Perspectives 2010: Scenarios and Strategies to 2050. Paris: International Energy Agency and the Organisation for Economic Co-operation and Development.

Imagine Durban, Ethekwini Energy Office & Ethekwini Electricity Department (2009). Saving Electricity in Commercial and Industrial Buildings and Operations: A Guide to Reducing Costs and Helping to Avoid Load-Shedding. Ethekwini, South Africa.

INBAR (accessed on 20 Oct 2010). Bamboo Quake-resistant housing solution: Reconstruction and rehabilitation by using prefabricated modular bamboo houses in the earthquake affected area of Sichuan Province in China: A demonstration project.[Online]: [www.inbar.int/Board.asp?BoardID=341](http://www.inbar.int/Board.asp?BoardID=341)

IPPC/TEAP (2005). Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: Issues Related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons. Special Report. Cambridge: Cambridge University Press.

iPlanet (2010). Leviathani Planet Energy Industry News [Online]: [iplanetenergynews.com/index.php/2010/08/24/leviathan-energy%E2%80%99s-wind-lotus-1st-small-vertical-axis-wind-turbine-to-connect-to-israels-electrical-grid](http://iplanetenergynews.com/index.php/2010/08/24/leviathan-energy%E2%80%99s-wind-lotus-1st-small-vertical-axis-wind-turbine-to-connect-to-israels-electrical-grid)

ISOPA & Polyurethanes (2009). Fact Sheet: Saving Energy in Buildings through Thermal Insulation with Polyurethane. [Online]: [www.isopa.org/isopa/uploads/Documents/documents/Energy%20Saving%20in%20Buildings.pdf](http://www.isopa.org/isopa/uploads/Documents/documents/Energy%20Saving%20in%20Buildings.pdf)

Johnson Controls (accessed on 22 March 2011). Water and Energy Efficiency With Economic Impact. [Online]: [http://www.johnsoncontrols.com/publish/us/en/products/building\\_efficiency/energy\\_efficiency/water\\_solutions/energypluswater.html](http://www.johnsoncontrols.com/publish/us/en/products/building_efficiency/energy_efficiency/water_solutions/energypluswater.html)

Johnston J. & Newton J. (1993). Building Green: A Guide to Using Plants on Roofs, Walls and Pavements. London: London Ecology Unit

Jones D. L. (1998). Architecture and the Environment. London: Laurence King Publishing.

Kaufman S. (1990). Rural Electrification with Solar Energy as a Climate Protection Strategy. Renewable Energy Policy Project. [Online]: [http://www.repp.org/repp\\_pubs/articles/resRpt09/00bExSum.htm](http://www.repp.org/repp_pubs/articles/resRpt09/00bExSum.htm)

Khadem, K.S. (2006). Feasibility Study of Wind Home System in Coastal Region of Bangladesh. Homer Energy. [Online]: [http://homerenergy.com/webcast-downloads/WE58\\_FeasibilityWHS\\_Bangladesh.pdf](http://homerenergy.com/webcast-downloads/WE58_FeasibilityWHS_Bangladesh.pdf)

KPMG (2009). Central and Eastern European District Heating Outlook. Budapest, Hungary: KPMG Energy & Utilities Centre of Excellent Team.

Kuntatekniikka K.O., Niskanen S. & Lahti P. (2001). Case Study: Tervola Small-scale CHPBio Energy Plant. [Online]: <http://www.cardiff.ac.uk/archi/programmes/cost8/case/energy/finland-tervola.pdf>

Labbe S. (2010). Influence of Material Use in Green Building Policies (A Convenient Truth). Presentation at UNECE Timber Committee Market Discussions and Policy Forum. 11-14 Oct 2010.[Online]: <http://timber.unece.org/fileadmin/DAM/meetings/20101011/01-labbe.pdf>

Lane T. (4 June 2010). Embodied energy: The next big carbon challenge. Building.co.uk. [Online]: <http://www.building.co.uk/technical/embodied-energy-the-next-big-carbon-challenge/5000487.article>

Lang G. W. (2009). International Passivhaus Database 1. Period of Documentation 2007 – 2009: 20,000 Passivhaus Projects in Europe. Intelligent Energy Europe & PASS-NET. [Online]: [www.pass-net.net/downloads/pdf/report\\_international\\_ph-database.pdf](http://www.pass-net.net/downloads/pdf/report_international_ph-database.pdf)

Lapithis P. (2004). Traditional vs. Contemporary vs. Solar Buildings. In Proceedings ISES Conference, Freiburg, Germany. 19-22 July 2004.

Larsson N. (2005). Integrated Design Process. [Online]: [www.iisbe.org/down/gbc2005/Other\\_presentations/IDP\\_overview.pdf](http://www.iisbe.org/down/gbc2005/Other_presentations/IDP_overview.pdf)

Larsson N. (2009). The Integrated Design Process; History and Analysis. iiSBE. [Online]: <http://www.iisbe.org/system/files/private/IDP%20development%20-%20Larsson.pdf>

LBL. (2006). High-Performance Commercial Building Facades. California: Lawrence Berkeley National Laboratory. [Online]: [www.energy.ca.gov/2006publications/CEC-500-2006-052/CEC-500-2006-052-AT15.PDF](http://www.energy.ca.gov/2006publications/CEC-500-2006-052/CEC-500-2006-052-AT15.PDF)

Levine M., Urge-Vorsatz D., Blok K., Geng L., Harvcey D., Lang S., Levermore G., Mongameli Mehlwana A., Mirasgedis S., Novikova A., Rillig J. & Yoshino H. (2007). Residential and Commercial Buildings. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Metz B, Davidson O. R., Boshch P. R., Dave R. & Meyer L. A. (eds)]. United Kingdom & United States: Cambridge University Press. Liebard A. & Herde A. D. (2010). Bioclimatic Facades. Paris: Somfy.

Lohnert G., Dalkowski A. & Sutter W. (2003). Integrated Design Process Guideline. Berlin/Zug: International Energy Agency.

Lohnert G., Dalkowski A. & Sutter W. (2003). Integrated Design Process Guideline. Berlin/Zug: International Energy Agency.

Lou Y.P., Li Y.X., Kathleen B., Giles H. & Zhou G. (2010). Bamboo and Climate Change Mitigation. Beijing: International Network for Bamboo and Rattan.

Lu L. (2010). Green Solutions: Siemens continues its traditional partnership with World Expos and offers its green solutions to Shanghai. In BEIJINGREVIEW.com.cn No. 22, 3 June 2010. [Online]: [http://www.bjreview.com.cn/nation/txt/2010-05/31/content\\_275463.htm](http://www.bjreview.com.cn/nation/txt/2010-05/31/content_275463.htm)

Luck T. (2010). Grandmother's new job: photovoltaic engineer. In The Jordan Times. 27th June, 2010. [Online]: <http://www.jordantimes.com/?news=27804>

Mehta R. & Bridwell L. (2004). Innovative Construction Technology for Affordable Mass Housing in Tanzania, East Africa. In Construction Management and Economics (2004) 22. Spon Press.

Mills E. (2005) The spectre of fuel-based lighting. In Science 308 (27 May) pp. 1263-1264.

Nelson D. (2010). Energy Efficient Lighting. In Whole Building Design Guide. USA: Whole Building Design Guide. [Online]: <http://www.wbdg.org/resources/efficientlighting.php>

North West Community Energy (2002). Centralized Anaerobic Biogas Plants Chino Basin, California. [Online]: <http://nwcommunityenergy.org/biogen/bioenergy-case-studies/chino-basin-project>

NParks (2010). Green Roof Incentive Scheme. [Online]: [www.skyrisegreenery.com/index.php/home/gris/green\\_roof\\_incentive\\_scheme](http://www.skyrisegreenery.com/index.php/home/gris/green_roof_incentive_scheme)

NParks & NUS (2002). Handbook on Skyrise Greening in Singapore (1st edition). Singapore: National Parks Board and National University of Singapore.

OECD (2009). Alternative Ways of Providing Water: Emerging Option and Their Policy Implications. Organisation for Economic Cooperation and Development: Working Party on Global and Structural Policies.

OECD/IEA (2004). Coming from the Cold: Improving District Heating Policy in Transition Economies. Paris: OECD/IEA.

Ong B.L., Cam C.N., Zhang J. & Wang C.N. (2003). An Investigation into the Application of Green Plot Ratio: the Case Study of One North. Research Report. Singapore: National University of Singapore.

Palitza K. (2010). South Africa: Greening Project Creates Income and Food Security. Thomson Reuters Foundation & AlertNet. [Online]: [www.alertnet.org/thenews/newsdesk/ips/2e11e5498a38413ee90abbd38d76fb25.htm](http://www.alertnet.org/thenews/newsdesk/ips/2e11e5498a38413ee90abbd38d76fb25.htm)

Panasia Engineers Pte. Ltd. (2010). Providing Thermal Comfort In India Is a Whole New Ball Game. [Online]: [http://www.panasiaengineers.com/pdf/Providing\\_Thermal\\_Comfort\\_In\\_India.pdf](http://www.panasiaengineers.com/pdf/Providing_Thermal_Comfort_In_India.pdf)

Passarelli R. G. (2009). Sick building syndrome: An overview to raise awareness. In Journal of Building Appraisal 5, 55-66 (Summer 2009).

Passive House Institute (accessed on 20 Nov. 2010). Passive house Construction Check List. [Online]: [www.passiv.de/07\\_eng/index\\_e.html](http://www.passiv.de/07_eng/index_e.html)

Passivhaus Datenbank (accessed on 20 Nov. 2010). Passivhaus Datenbank. [Online]: [www.passivehousedatabase.eu/obj\\_basic\\_show.php?objID=RO-0005](http://www.passivehousedatabase.eu/obj_basic_show.php?objID=RO-0005)

Peck S. W., Callaghan C., Bass B. & Kuhn M. E. (1999). Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canada. Research Report. Ottawa: Canadian Mortgage and Housing Corporation (CMHC).

People's Daily Online (16 March 2010). Bamboo provides new hope for Sichuan. [Online]: <http://english.people.com.cn/90001/90776/90882/6921313.html>

Pew Center on Global Climate Change (2009). Residential Building End-Use Efficiency. [Online]: [http://www.pewclimate.org/docUploads/Residential%20End-Use%20Efficiency%20final\\_0.pdf](http://www.pewclimate.org/docUploads/Residential%20End-Use%20Efficiency%20final_0.pdf)

PikeResearch (5 May 2010). LED Lighting Penetration to Reach 46% of the Commercial Building Lamp Market by 2020. [Online]: <http://www.pikeresearch.com/newsroom/led-lighting-penetration-to-reach-46-of-the-commercial-building-lamp-market-by-2020>

Poirazis H. (2006). Double Skin Façade: A Literature Review. A report of IEA SHC Task 34 ECBCS Annex 43. Lund, Sweden: Lund University. [Online]: [www.ecbcs.org/docs/Annex\\_43\\_Task34-Double\\_Skin\\_Facades\\_A\\_Literature\\_Review.pdf](http://www.ecbcs.org/docs/Annex_43_Task34-Double_Skin_Facades_A_Literature_Review.pdf)

Price L., Dela Rue du Can S., Sinton J., Worrell E. (2006). Sectoral Trends in Global Energy Use & GHG Emissions. Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory.

Public Works and Government Services Canada (06, Jan. 2011). Integrated Design Process (IDP). [Online]: <http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/biens-property/sngp-npms/conn-know/enviro/pci-idp-eng.html>

Purnell P. (2012). Material Nature versus Structural Nurture: The Embodied Carbon of Fundamental Structural Elements. In Environmental Science & Technology (2012) 46. Pp. 454-46. [Online]: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es202190r>

Ramon A.P. & Burgos A.C. (2008). Moving the Entire Building Sector towards Low CO<sub>2</sub> Emissions. PLEA 2008 – 25th Conference on Passive and Low Energy Architecture. Dublin: 22nd to 24th October 2008. [Online]: [http://architecture.ucd.ie/Paul/PLEA2008/content/papers/oral/PLEA\\_FinalPaper\\_ref\\_399.pdf](http://architecture.ucd.ie/Paul/PLEA2008/content/papers/oral/PLEA_FinalPaper_ref_399.pdf)

REN21 (2009). Renewable global status report: 2009 update. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century.

Ritch E. (27, Oct. 2009). CalStar gives sneak peek of low-carbon brick factory. Cleantech Group LLC. [Online]: <http://cleantech.com/news/5217/calstar-flyash-low-carbon-brick>

Ruter S. (2010). Consideration of Wood Products in Climate Policies and its Linkage to Sustainable Building Assessment Schemes. In Proceedings of the International Convention of Society of Wood Science and Technology and United Nations Economic Commission for Europe – Timber Committee, October 11-14, 2010, Geneva, Switzerland.

Serghides K. D. (2010). The Wisdom of Mediterranean Traditional Architecture Versus Contemporary Architecture – the Energy Challenge. In The Open Construction and Building Technology Journal, 2010, 4, p.29-38.

Sharma A., Dhote K. K. & Tiwari R. (2003). Climate Responsive Energy Efficient Passive Techniques in Buildings. IE (I) Journal-AR Volume 84.

Smart Communities Network (2003). Ten Steps to Sustainability. [Online]: [www.smartcommunities.ncat.org/management/tensteps.shtml](http://www.smartcommunities.ncat.org/management/tensteps.shtml)

Stewart D.L., Daley J.C. & Stephens R.L. (Eds.) (2000). The Importance of Recycling to the Environmental Profile of Metal Products. Pittsburgh: The Mineral, Metals & Materials Society.

SUN & UNEP SBCI (2010). The 'State of Play' of Sustainable Buildings in India. [Online]: [www.unep.org/sbcipdfs/State\\_of\\_play\\_India.pdf](http://www.unep.org/sbcipdfs/State_of_play_India.pdf)

Tanachaikhan L., Kumar S. (2009). Day lighting for Energy conservation in the tropics: a study on the influences of window configurations and shading devices. International Journal of Engineering Systems Modelling and Simulation, Vol. 1, p.144-159.

Torcellin P, Pless S., Deru M. & Crawley D. (2006). Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition. USA: National Renewable Energy Laboratory.

Troi A. Vougiouklakis Y., Korma E., Jahnig D., Wiemken E., Franchini G., Mugnier D., Egilegor B., Melograno P. & Sparber W. (2008). Solar Combi+: Identification of most promising markets and promotion of standardised system configurations for small scale solar heating & cooling applications. Solar Combi+. [Online]: [www.solarcombiplus.eu/NR/rdonlyres/A1CE3D58-F612-4A70-9F7B-3CF4BE041209/0/EUROSUN08\\_EURAC.pdf](http://www.solarcombiplus.eu/NR/rdonlyres/A1CE3D58-F612-4A70-9F7B-3CF4BE041209/0/EUROSUN08_EURAC.pdf)

UN DESA (2009). World Population Prospects: The 2008 revision. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York. [Online]: [http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2008/wpp2008\\_highlights.pdf](http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2008/wpp2008_highlights.pdf)

UNDP (2010). Handbook for Conducting Technology Needs Assessment for Climate Change. New York: UNDP.

UNDP & GEF (2010). Promoting Energy efficiency in buildings: Lessons Learned from International Experience. New York: UNDP

UNEP (25 Sep. 2009). Global Phase Out of Old Bulbs Announced by UN, GEF, and Industry (Press Release). [Online]: <http://www.unep.org/resourceefficiency/News/PressRelease/tabid/428/language/fr-FR/Default.aspx?DocumentID=596&ArticleID=6331&Lang=en>

UNEP (2011a). HFCs: A Critical Link in Protecting Climate and the Ozone Layer. [Online]: [http://www.unep.org/dewa/Portals/67/pdf/HFC\\_report.pdf](http://www.unep.org/dewa/Portals/67/pdf/HFC_report.pdf)

UNEP (2011b). Towards a Green Economy: Pathway towards Sustainable Development and Poverty Eradication. [Online]: [http://www.unep.org/GreenEconomy/Portals/93/documents/Full\\_GER\\_screen.pdf](http://www.unep.org/GreenEconomy/Portals/93/documents/Full_GER_screen.pdf)

UNEP SBCI(2007). Buildings and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities. Paris: UNEP Sustainable Buildings and Climate Initiative.

UNEP SBCI (2009). Buildings and Climate Change: Summary for Decision-Makers. Paris: UNEP-DTIE, Sustainable Consumption & Production Branch.

UNEP SBCI (2010). The 'State of Play' of sustainable buildings in India. Paris: United Nations Environment Programme, Sustainable Buildings and Climate Initiative, Paris. [Online]: [http://www.unep.org/sbci/pdfs/State\\_of\\_play\\_India.pdf](http://www.unep.org/sbci/pdfs/State_of_play_India.pdf)

UNEP SBCI& CEU (Central European University) (2007). Assessment of Policy Instruments for Reducing Greenhouse Gas Emissions from Buildings. Paris: UNEP-DTIE, Sustainable Consumption & Production Branch.

UNEP SBCI & SKAT (2007). After the Tsunami: Sustainable Building Guidelines for South-East Asia. [Online]: [www.unep.org/sbci/pdfs/After-Tsunami-Sustainable-building-guidelines.pdf](http://www.unep.org/sbci/pdfs/After-Tsunami-Sustainable-building-guidelines.pdf)

URC TNA Team (2012). Barriers Analysis: The Characterization of Technologies. Second Regional Capacity Building Workshop (Second round countries), Chisamba, Zambia, 14-17 Feb. 2012.

US EPA (2009). Buildings and their Impact on the Environment: A Statistical Summary. [Online]: <http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/gbstats.pdf>

USGBC (1996). Sustainable Building Technical Manual (SBTM). USA: Public Technologies Inc., US Green Building Council.

US GSA (2005). The Building Commissioning Guide. Washington D.C.: US General Services Administration.

Wallbauma H., Silva L., Plessis C., Cole R., Hoballah A. & Krank S. (2010). Motivating Stakeholders to Deliver Change. 3rd International Holcim Forum for Sustainable Construction – “Re-inventing Construction”. Universidad Iberoamericana, Mexico City, April 14-17, 2010. [Online]: [http://www.holcimfoundation.org/Portals/1/docs/F10/ExpertPapers/F10\\_OrangeWorkshop\\_Paper\\_AllAuthors.pdf](http://www.holcimfoundation.org/Portals/1/docs/F10/ExpertPapers/F10_OrangeWorkshop_Paper_AllAuthors.pdf)

Weiss W., Bergmann I. & Faninger G. (2005). Solar Heating Worldwide, Markets and Contribution to the Energy Supply 2003. Austria: IEA Solar Heating and Cooling Programme.

Winkel, M., Mcleod, A., Wallace, R., and Williams R. (2006). Energy Policy and the institutional context: marine energy innovation systems. Energy Policy. Volume 33. 5, pp. 365-76.

Wong N. H., Chen Y., Ong C. L., and Sia A. (2003). Investigation of Thermal Benefits of Rooftop Garden in the Tropical Environment. Building and Environment. 38(2003) p. 261-270.

Wong N. H., Tan A. Y. K., Chen Y., Sekar K., Tan P. Y., Chan D., Chiang K., & Wong N. C. (2009). Thermal Evaluation of Vertical Greenery Systems for Building Walls. Building and Environment. [Online]: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.08.005>

World Bank (2010). Compact Fluorescent Light Bulbs Save Ethiopia's Rural Households Money and Energy. 02.09.2010. [Online]: [http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/AFRICAEXT/0,,contentMDK:22692675~pagePK:146736~piPK:226340~theSitePK:258644,00.html?cid=3001\\_2](http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/AFRICAEXT/0,,contentMDK:22692675~pagePK:146736~piPK:226340~theSitePK:258644,00.html?cid=3001_2)

WBCSD (2008). Energy Efficiency in Buildings Facts & Trends. World Business Council for Sustainable Development's Report. Switzerland: Atar Roto Presse SA. [Online]: [http://www.wbcd.org/DocRoot/JNHhGVcWoRIIP4p2NaKI/WBCSD\\_EEB\\_final.pdf](http://www.wbcd.org/DocRoot/JNHhGVcWoRIIP4p2NaKI/WBCSD_EEB_final.pdf)

XCO2 (2002). Insulation for Sustainability – A Guide. [Online]: [www.pu-europe.eu/site/fileadmin/Reports\\_public/sustainability\\_a\\_guide.pdf](http://www.pu-europe.eu/site/fileadmin/Reports_public/sustainability_a_guide.pdf)

Zenman J. (2003). Clean District Heating in Jindřichův Hradec Teplospol, a.s, Czech Republic. Presentation at managEnergy Workshop on Biomass Utilisation at Local and Regional Level, 4-5 February 2003, Bratislava, Slovakia.

Zhong Z. & Ceranic B. (2007). FengShui – A Systematic Research of Vernacular Sustainable Development in Ancient China and Its Lessons for Future. 7th UK CARE Annual General Meeting, Greenwich, 15 Sep. 2007.

Zhou N. (2008). Status of China's Energy Efficiency Standards and Labels for Appliances and International Collaboration. USA: Ernest Orlando Berkeley National Laboratory.

# Приложение I

## Сводные таблицы: Технологии и практика по смягчению последствий изменения климата

Возрождение и инновационное использование традиционных строительных материалов					
Технологии и практика	В каких климатических условиях применимы	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
Грунтовые строительные материалы	Сельские районы, где имеются подходящие типы почв.	Знание местных типов почв и их свойств.  Получение, проектирование и проверка характеристик материалов (включая несущую способность) на соответствие стандартам безопасности до массового использования.	Преодоление отрицательного восприятия модернизации и инновационного использования традиционных строительных материалов и дизайна для бедных	Низкие затраты на реализацию или их отсутствие.	Экологически важны и экономически выгодны для сельских жителей развивающихся стран, особенно, в наименее развитых странах.  Подходят для местных климатических условий.  Использование местных и доступных ресурсов.  Развитие местных производителей.  Создание рабочих мест для местных рабочих, имеющих профессию.  Построенные здания знакомы местным пользователям в культурном, социальном и контекстуальном отношении.
Традиционная китайская практика ориентирования зданий и организации внутреннего пространства	В основном, в Китае и других районах Северного полушария.	Научное понимание и обоснование принципов традиционной китайской практики ориентации зданий и организации внутреннего пространства для применения, улучшающего экологические показатели.	Переподготовка и развитие потенциала местных архитекторов, инженеров, строителей и квалифицированных техников.  Инициирование качественных демонстрационных проектов.	Отсутствие дополнительных затрат на реализацию.	
Традиционные стратегии дизайна зданий в Средиземноморье	В основном, в Средиземноморье и других жарких и засушливых прибрежных районах.		Укрепление сотрудничества между НПО, правительственными организациями и местными сообществами.		
Оболочка зданий с системой водяного охлаждения	Жаркие и засушливые районы.	Необходимы технические знания и навыки герметичного строительства.		Требуются механизмы для финансирования затрат на строительство и обслуживание.	
Ветровые башни	Жаркие и засушливые районы.	Необходимо обслуживание: содержание емкости для воды в чистоте, заполнение водой и защита от птиц.			

Дизайн и технологии пассивного дома					
Технологии и практика	В каких климатических условиях применимы	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
Пассивный солнечный дизайн зданий	Все регионы.	<p>Дизайн зданий, реагирующий на местные климатические условия:</p> <p>Ориентация, оптимизированная с учетом формы участка, траектории движения солнца и преобладающих сезонных и суточных ветров,</p> <p>Самозатенение</p> <p>Компактная форма.</p>	<p>Проведение исследований для определения надлежащей стратегии дизайна; количественные стандарты и строительные детали и системы, необходимые для местных климатических условий.</p> <p>Создание стандартов и общего руководства по проектированию как отправного пункта для масштабного внедрения.</p> <p>Развитие потенциала местных архитекторов, инженеров, строителей и техников.</p> <p>Организация практических курсов подготовки для строителей и квалифицированных техников для удовлетворения спроса на профессии, особенно, для герметического строительства и высокоэффективной термоизоляционной оболочки зданий.</p> <p>Развитие потенциала и благоприятствующие условия для местных производителей с целью местного производства материалов и комплектующих для пассивного дома.</p>	<p>Отсутствие дополнительных затрат на реализацию.</p>	<p>Экономия энергии, благодаря оптимизации дизайна для вентиляции и использования дневного света.</p>
Герметичное строительство	Регионы умеренного климата.	<p>Требуются высококлассные строительные рабочие, большое внимание к деталям, особенно на стыках, ребрам дверей и т.д.</p> <p>Наличие мер по качеству воздуха в помещении, e.g., использование стройматериалов из нетлетучих/слабо летучих органических</p>	<p>Организация практических курсов подготовки для строителей и квалифицированных техников для удовлетворения спроса на профессии, особенно, для герметического строительства и высокоэффективной термоизоляционной оболочки зданий.</p> <p>Развитие потенциала и благоприятствующие условия для местных производителей с целью местного производства материалов и комплектующих для пассивного дома.</p>	<p>Требуются дополнительные инвестиционные затраты для обеспечения высокоэффективной термоизоляционной оболочки зданий, тройного остекления, герметического строительства, вентиляторов-теплоутилизаторов, обязательные строительные детали и т.д.</p>	<p>Тепловой комфорт для обитателей зданий.</p>
Высокоэффективная термоизоляционная оболочка зданий		<p>Изоляция оболочки зданий по самым строгим стандартам для ограничения потери тепла.</p> <p>Установка тройного остекления окон.</p> <p>Исключить тепловой мост в точках слабой тепловой изоляции в критических точках: окнах и стыках.</p>			<p>Экономия энергии, т.к. исключается дополнительная потребность в ней, и исключается необходимость дополнительных инвестиций в местную инфраструктуру централизованного электроснабжения и электростанции</p>
Вентиляция с рекуперацией тепла	Все регионы.	<p>Перенос тепловой энергии из выпускаемого воздуха во входящий свежий воздух для сближения температуры поступающего воздуха и температуры воздуха в помещении.</p>	<p>Развитие потенциала и благоприятствующие условия для местных производителей с целью местного производства материалов и комплектующих для пассивного дома.</p>		<p>Помогает повысить техническую квалификацию местных рабочих, что улучшает перспективы занятости.</p>

Процесс комплексного проектирования жизненного цикла					
Технологии и практика	В каких климатических условиях применимы	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
Междисциплинарный и интерактивный подход	Все регионы.	<p>Поддержка со стороны заинтересованных клиентов, застройщиков, владельцев зданий.</p> <p>С начала проекта создать междисциплинарные группы, включающие клиента, архитектора, инженера строителя и конструктора, инженера-электрика и инженера-механика, сметчика, консультанта по энергетике, ландшафтного архитектора, управляющего объектом, строительного подрядчика и координатора проектирования.</p> <p>Установить плановые показатели, факторы жизненного цикла и задачи проектирования в качестве конечных целей для руководства взаимодействием членов группы.</p> <p>Предусмотреть циклы интерактивных мероприятий на каждом этапе проектирования: на стадии разработки замысла, эскизного проекта, разработки рабочих чертежей, и также документацию строительства.</p>	<p>Стимулы для правительства: играть ведущую роль и оказывать поддержку в качестве заказчика строительных проектов за счет публичных финансов.</p> <p>Изменение менталитета главных участников из строительного сектора для непредвзятого принятия практики и духа коллективной работы.</p> <p>Развитие потенциала для повышения осведомленности участников из сектора строительства и специалистов.</p> <p>Демонстрационные проекты для представления этого процесса строительной отрасли.</p>	<p>На этапе проектирования здания требуются минимальные дополнительные затраты.</p>	<p>Обеспечение методологий и автоматизированных средств для создания высокоэффективных зданий.</p> <p>Решение проблемы нехватки природных ресурсов путем эффективного использования строительных материалов и компонентов и учета окончания срока жизни.</p> <p>Сокращение общей стоимости жизненного цикла, социальных и природоохранных издержек, вызванных проектированием, строительством, эксплуатацией и использованием по окончании жизни.</p>
Принятие решений с учетом жизненного цикла		<p>Принятие проектных решений на основе анализа жизненного цикла с учетом энергоэффективности систем здания в процессе строительства, стоимости жизненного цикла, продолжительности жизни и использования по завершении жизненного цикла и т.д.</p>	<p>Сбор информации о жизненном цикле строительных материалов, продуктов, комплекующих, технологических систем.</p> <p>В сотрудничестве с местными регуляторами строительства, исследовательскими институтами, университетами, поставщиками строительных продуктов и другими специалистами создать</p>	<p>На начальном этапе создания проекта требуются дополнительные затраты на консультирование. Эти дополнительные затраты компенсируются экономией, получаемой на этапе строительства и /или эксплуатации проекта.</p>	<p>Укрепление отношений между специалистами в строительстве через коллективный труд и положительное взаимодействие.</p> <p>Создание устойчивой застроенной среды обеспечивает платформу для взаимного обучения, обмена знаниями и инновациями, творческого обмена.</p>
Автоматизированные средства проектирования		<p>Вместо простой проверки цели дизайна использовать автоматизированные программы в качестве средств проработки решений.</p>	<p>Подготовить местных специалистов-энергетиков, экспертов для проведения анализа жизненного цикла и использования автоматизированных средств моделирования.</p>		

Термоизоляционная оболочка зданий						
Технологии и практика	В каких климатических условиях применимы	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию	
Изоляция из минерального волокна	Все регионы.	Гибкое использование блочного строительства и строительства <i>in situ</i> (на месте).  Требуется высокое качество выполнения работ и подложка из фольги для защиты изоляции от пара и воды. Требуется высокое качество выполнения работ без утечек воздуха.	Наличие стимулов и благоприятствующей политики.  Контроль исполнения строительных норм и правил, обеспечивающих минимально допустимые уровни изоляции для внешней оболочки зданий.	Необходимы начальные капитальные затраты на продукты и их монтаж.  Для пенопластовой изоляции не требуется затрат на техническое обслуживание.	Тепловой комфорт для обитателей зданий.  Создание окружающей среды для здорового образа жизни и повышение производительности на рабочем месте.  Сокращение потребления энергии на охлаждение и отопление.  Создание возможностей деловой деятельности и рабочих мест.	
Пенопластовая изоляция		Наличие листового пенопласта или распыляемой пены.  Распыляемая пена наносится после установки электрических и санитарно-технических систем для прочной герметизации всех отверстий				Не использовать для пенопластовой изоляции продукты, в производстве которых применялись вещества, истощающие озоновый слой.
Изоляция из материалов растительного и животного происхождения		Требуется высокое качество выполнения работ и подложка из фольги для защиты изоляции от пара и воды.  Требуется высокое качество выполнения работ без протечек воздуха.	Семинары для развития потенциала и подготовки для местных специалистов и трудовых ресурсов, занятых в строительстве.			
Материалы с фазовым переходом (МФП)		Герметизация МФП парафином и смешивание со штукатуркой для нанесения на строительные поверхности.				
Использование природных элементов и сырья: соломенных блоков, воздушных прослоек в пустотелой стене для изоляции.		Легковоспламеняющиеся и огнеопасные материалы (соломенные блоки) необходимо покрыть металлическими листами.				

Высокоэффективные фасадные системы зданий					
Технологии и практика	В каких климатических условиях применимы	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
Высокоэффективная система сплошных стен	Широкая гамма продуктов для различных климатических условий.	Проектировать высокое соотношение площади стены к площади окна на западном фасаде.			
Прохладные краски	Регионы с жарким климатом.	Не допускать низкого соотношения площади стены к площади окна на западном фасаде в регионах с жарким климатом.	Стимулирование и контроль исполнения строительных норм и правил, обеспечивающих минимальные стандарты тепловой и световой эффективности для фасадов зданий.	Различные финансовые требования в зависимости от выбранной фасадной системы.	Способствует меньшему нагреву и/или потере тепла и, таким образом, сокращается отопительная и холодильная нагрузка здания.
Системы остекления: Низко эмиссионное стекло Двойное и тройное остекление с воздушной камерой заполненной инертным газом, сухим воздухом, аргонном или криптоном или с вакуумом Фотохромное стекло Стекло с изменяющимися свойствами.	Широкая гамма продуктов для различных климатических условий.	Интегрировать затеняющие приборы в застекленные площади, на которые падает солнечный свет. Установить герметичные, но регулируемые окна. Провести процедуру сдачи в эксплуатацию оболочки зданий.	Наличие демонстрационных проектов. ОКР для определения наличия материалов и типов фасадов, соответствующих местным климатическим условиям. Развитие потенциала для совершенствования знаний специалистов и подготовки трудовых ресурсов по профессиям проектирования, монтажа, эксплуатации и обслуживания высокоэффективных фасадных систем в зданиях.	Стоимость сплошных стен ниже, чем остекленных стен (в большинстве случаев). В качестве меры рентабельности установить соотношение площади окон к площади стены.	Повышается тепловой комфорт пользователей зданий, обеспечивается дневной свет и внешний обзор.
Фасады с двойной обшивкой	Более эффективны в умеренном климате. Менее эффективны в жарком климате.	Облегчить ночную вентиляцию для применения в районах с жарким климатом.			
Самоочищающиеся фасады (TiO)	Все регионы.	Применимы для большинства фасадных материалов и систем.		Начальные инвестиции в покрытие TiO <sub>2</sub> на внешних поверхностях фасадных систем дадут сокращение расходов на обслуживание и очищение на стадии эксплуатации.	Сокращение потребления воды для очистки фасадов и затрат на техническое обслуживание.

Технология восполнения искусственного освещения дневным светом					
Технологии и практика	В каких климатических условиях применимы	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
Световые экраны (стационарные, переносные, регулируемые механически или вручную)	Все регионы.	<p>Располагать на верхнем крае окон / остекленных систем выше уровня глаз.</p> <p>Дизайн должен обеспечивать проникновение в помещение не солнечного света, а рассеянного дневного света.</p> <p>Применять в интерьерах, где допустимо колебание степени освещенности.</p> <p>Устанавливать совместно с искусственным освещением (контролируемым датчиками освещения) для постоянного уровня внутреннего освещения в бюро или рабочих/ учебных помещениях.</p> <p>Не создавать слепящего света для соседних зданий.</p> <p>Использовать автоматизированные средства моделирования.</p>	<p>Ввести соответствующие правила, предписывающие следующее:</p> <p>Надлежащее расстояние между зданиями в зависимости от высоты зданий.</p> <p>Безопасность монтажа.</p> <p>Не создавать слепящего света и прямого отражения для соседних зданий.</p> <p>Наличие инструкций по проектированию освещения естественным дневным светом и методике расчета дневного освещения.</p>	<p>Необходимы начальные капитальные затраты на продукты и их монтаж. Эти затраты колеблются в зависимости от технологий, компоновки дизайна, компоновки проекта, типа материалов и т.д.</p> <p>Внешние стационарные световые панели можно считать самой конкурентоспособной технологией в отношении цены - их технология проста, а использование двойное: для освещения и для затенения.</p>	<p>Способствуют экономии энергии, т.к. снижают потребность в искусственном освещении и снижают выделение тепла приборами искусственного освещения.</p>
Застекленные крыши/ фонарь	В основном, в регионах умеренного климата	<p>Проектировать для решения проблем протечки дождевой воды, шума дождя и притока/ уноса тепла.</p> <p>В регионах с жарким климатом затенять застекленные крыши другими компонентами того же здания для сокращения притока тепла.</p> <p>Применять в интерьерах, где допустимо колебание степени освещенности.</p> <p>Использовать автоматизированные средства моделирования.</p>	<p>Проведение ОКР для создания банка данных о местном солнечном освещении и технологиях, приемлемых для местного применения.</p> <p>Развитие потенциала для проектировщиков в области средств проектирования и анализа, для местных рабочих - по методам монтажа, и для владельцев зданий и сотрудников управления объектом - по порядку технического обслуживания.</p>	<p>Необходимы затраты на техническое обслуживание: очистку для оптимального уровня эффективности.</p> <p>Необходимо предусмотреть дополнительные затраты на замену частей механических/ сенсорных панелей и застекленных крыш.</p>	<p>Оказывают положительное психологическое воздействие на обитателей, позволяя им видеть меняющееся наружное освещение.</p>
Световоды	Все регионы.	<p>Применять в интерьерах, где допустимо колебание степени освещенности.</p> <p>Устанавливать совместно с искусственным освещением (контролируемым датчиками освещения) для постоянного уровня внутреннего освещения в бюро или рабочих/ учебных помещениях.</p>	<p>управления объектом - по порядку технического обслуживания.</p>		

Высокоэффективные системы отопления, вентиляции и кондиционирования					
Технологии и практика	В каких климатических условиях применимы	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
Системы отопления (котлы, тепловые насосы)	Регионы с умеренным климатом.	Чтобы получить высоко энергоэффективную систему ОВК, на стадии проектирования требуется координация и поведение отбора.			
Системы охлаждения (холодильники, конденсаторы, теплообменники, влагопоглотители, автоматические системы очистки труб конденсатора).	Регионы с жарким климатом.	Компоненты системы ОВК не должны быть чрезмерно большими, иначе система будет неэффективной.  Планировать совершенствование системы, а не большие размеры.	В строительных нормах и правилах установить минимальные характеристики для проектирования и внедрения более эффективных систем ОВК.	Дополнительные инвестиционные затраты могут быть минимальными, если на ранней стадии проектирования не допустить чрезмерного увеличения размеров системы ОВК.	Вклад в экономическое и экологическое развитие путем экономии энергии.  Катализатор для процветания энергосервисных компаний.
Системы вентиляции (система с переменным объемом воздуха)	В различных регионах приемлемы различные технологии.	Разделить помещения на зоны, с термостатом, заслонкой с электроприводом и системой управления в каждой зоне для регулируемости зон и потребителей.  Размещать воздухозаборник вдали от выпуска отработанного воздуха, (возможных) источников загрязнения и запаха.  Перенести нагрузку в систему охлаждения для использования электричества во внепиковые часы.  Применять вытесняющую вентиляцию, чтобы использовать естественную подъемную силу теплого воздуха.	Чтобы не допустить чрезмерных размеров систем ОВК, провести просветительную работу с использованием демонстрационных проектов с документально подтвержденными показателями энергосбережения и теплового комфорта.  Практические семинары по развитию потенциала и подготовке для повышения квалификации и знаний.	Необходимы дополнительные затраты на дополнительную подсистему ОВК для повышения эффективности. Например: установка автоматических систем очистки труб конденсатора, системы хранения льда для работы во внепиковые часы и т.д.  Дополнительные затраты часто окупаются за счет экономии энергии и сниженных затрат на техобслуживание.	Способствует улучшению внутренней среды для работы и проживания.  Сокращение синдрома большого здания и косвенный вклад в повышение производительности.

Эффективные системы освещения					
Технологии и практика	В каких климатических условиях применимы	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
<p>Энергосберегающие лампы (лампы T5/ T8, компактные люминесцентные лампы, светоизлучающие диоды)</p>	Все регионы	<p>Использование эффективных систем освещения вместе с естественным дневным светом, для большей эффективности использовать сенсоры освещения.</p>	<p>Сократить импортные тарифы на комплектующие для энергоэффективного освещения.</p>	<p>Необходимы начальные инвестиции для закупки и монтажа систем энергоэффективного освещения. Обычно затраты окупаются за короткое время, примерно через год, путем экономии на платежах за электричество.</p> <p>Затраты на техобслуживание в период жизни энергосберегающих ламп и пускорегулирующей аппаратуры незначительны.</p>	<p>Вклад в экономическое и экологическое развитие путем экономии энергии.</p> <p>Уменьшенное потребление ресурсов, благодаря длительному периоду жизни.</p> <p>Улучшение состояния здоровья и условий жизни для пользователей.</p> <p>Создание возможностей для ведения бизнеса и занятости, когда местный спрос может удовлетворяться местными производителями.</p>
<p>Пускорегулирующая аппаратура</p>		<p>Разделение внутреннего пространства зданий на зоны, с различными потребностями в освещении, которые потом можно автономно контролировать.</p>	<p>Начать программы энергоэффективного освещения, обеспечивающие или субсидирующие энергоэффективное освещение.</p>		
<p>Осветительная арматура</p>		<p>Позволяет потребителям контролировать потребность в освещении.</p> <p>Установить сенсоры движения для автоматического выключения света, когда в зоне нет людей.</p> <p>Установить двойную цепь освещения, чтобы чередующиеся светильники выключались, когда яркое освещение не требуется.</p> <p>Обеспечить безопасную утилизацию КЛЛ в конце срока их жизни для безопасного удаления содержащейся в них ртути.</p>	<p>Решения могут приниматься отдельными владельцами зданий/пользователями.</p> <p>Небольшие одноразовые инвестиционные затраты могут окупиться путем экономии на платежах за электричество.</p> <p>Помощь местным производителям в выпуске комплектующих и систем для энергоэффективного освещения.</p> <p>Проводить просветительную работу и кампании для повышения осведомленности.</p>		

Технологии эффективного использования водных ресурсов					
Технологии и практика	В каких климатических условиях применим	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
Учет и информация о потреблении воды	Все регионы.	Установить счетчики в удобных для снятия показаний местах. Защита счетчиков от погодных условий.  В масштабных зданиях - отдельные счетчики для различных приборов или назначений (ландшафтный полив, башня охлаждения, etc.).  Подача данных со всех счетчиков в систему диспетчеризации здания.	Наличие правил учета потребления воды.  Демонстрационные проекты с подтвержденными данными измерительных систем по экономии воды в масштабных зданиях.	В целом, требуются небольшие инвестиции, однако разные для различных систем.  Окупаемость инвестиций зависит от конкретных систем и условий. Например: коэффициент окупаемости сложной системы сбора дождевого стока для высотных зданий в городской застройке высокой плотности не так привлекателен, как для простых систем сбора с крыш и лотков на малых строениях в сельской местности.  Необходимо предусмотреть бюджет на техобслуживание: очистку, ремонт систем и замену деталей.	Сохранение окружающей среды путем экономии водных ресурсов и снижение потребления электроэнергии. Возможность обнаруживать течи.  Сокращение нагрузки на муниципальные системы ливневой канализации. Сокращается площадь ливневых стоков и пиковая нагрузка на городские системы ливневой канализации.
Системы сбора дождевых осадков		Использовать некорродирующие материалы для комплектующих. Размеры емкости для хранения должны соответствовать площади сбора кровли и местным данным об осадках. Использовать собранную воду для непитьевого назначения. Регулярно очищать от загрязнений (листьев и т.д.)	Наличие инструкций по проектированию и монтажу систем сбора дождевого стока. Наличие инструкций по предварительной обработке и /или очистке воды для питья (для регионов с нехваткой водных ресурсов и ограниченным централизованным водоснабжением).		
Системы оборотного использования хозяйственно-бытовой воды		Отдельные трубопроводы для бытовых и фекальных стоков.  Дезинфекция собранной воды, чтобы предупредить многократное загрязнение и рост бактерий/грибков. Оборотная вода должна использоваться как можно быстрее. Требуется регулярное обслуживание и проверка герметичности, замена средства для обработки, профилактика размножения moskitov и роста бактерий.	Наличие инструкций и правил по санитарно-гигиеническому состоянию окружающей среды, например: по профилактике размножения moskitov и роста бактерий в баках для хранения оборотной воды.		
Гидропневматические системы водоснабжения.		Требуется место на возвышении (крыше) для напорного бака для воды. Требуется сенсор для контроля уровня воды и давления в баке. Подача данных центральную систему диспетчеризации здания.	Развитие потенциала для создания местных кадров специалистов по проектированию, монтажу и техобслуживанию таких систем.		
Водосберегающие устройства (аэрационные системы, унитазы с двойной системой смыва, экономные посудомоечные и стиральные машины, системы капельного орошения).		Добавить аэраторы к имеющимся кранам или душевым насадкам. Оборудовать здания туалетами с двойной системой смыва и водосберегающими приборами. Запрограммировать системы капельного полива в соответствии с местными погодными условиями. Установить возможность зонирования полива и регулирования полива по зонам.	Органы власти и / или НПО проводят повышение осведомленности пользователей зданий, специалистов, строителей и населения.  Введение системы маркировки водосберегающих приборов.		
					Вовлечение конечных потребителей для экономного использования воды и воспитание рачительного отношения к окружающей среде в обществе в целом.

Секвестрация углерода и низкоуглеродные строительные материалы и продукты					
Технологии и практика	В каких климатических условиях применимы	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
Строительные материалы как углеродная воронка (продукты из заготовленного дерева, продукты из бамбука)	Все регионы.	Требуется ламинирование или химическая обработка продуктов для профилактики поражения термитами и повышения влагостойчивости.	Повышение осведомленности путем проведения публичных просветительных кампаний.	Дополнительных инвестиций не требуется, т.к. эти материалы продукты замещают обычные углеродоемкие материалы.  Экономия затрат на перевозку, т.к. используются местные материалы.	Замена обычных углеродоемких материалов и сокращение спроса на них на рынке.  Внедрение местных материалов и поддержка местных отраслей, создание возможностей для занятости и экономического роста.
Низкоуглеродные строительные материалы и продукты (низкоуглеродный кирпич, зеленый бетон, зеленая керамическая плитка, изделия из переработанного металла, местные материалы и продукты).		Безотходный или малоотходный процесс или использование.	Внедрение программ зеленой маркировки правительственными органами и НПО.  ОКР для получения и создания новых материалов и продуктов и их инновационное применение.		

Озеленение и системы озеленения, интегрированные в конструкцию зданий					
Технологии и практика	В каких климатических условиях применимы	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
Сады и ландшафты	Все регионы.	Максимальное озеленение имеющихся площадей земли.		Дополнительных затрат не требуется, это - распространенная практика.	Сокращение нагрева зданий в регионах с жарким климатом. Сокращение эффекта теплового острова в урбанизированных районах.
Озеленение крыш					Поглощение взвешенных частиц и повышение качества атмосферного воздуха в городских условиях.
Сады на крышах, сады на балконах и высотные террасы.		Проектирование конструкции здания, предусматривающей несение дополнительных статических нагрузок.			Сохранение и развитие городского биоразнообразия.
Озеленение фасадов/ стен	Все регионы, исключая регионы с экстремальными и условиями в умеренном климате или жаркие и засушливые регионы.  Более пригодны в густозаселенных городских районах.	Обеспечение хороших систем водонепроницаемости и мер, чтобы не допустить повреждений конструкций от проникновения корней и протечки воды.  Предупреждение риска падения растений или ветвей с крыш.  Проектирование, монтаж и техобслуживание систем полива, хранения воды и стока, пригодных в местных климатических условиях.  Для посадки и роста растений выбирать легкий субстрат и среды.	Меры стимулирования со стороны местного правительства, например: программы распределения затрат.  Развитие потенциала, особенно в области планирования проектирования и выбора растений, Способов монтажа систем гидроизоляции и полива, Порядка техобслуживания для владельцев зданий и персонала административно-хозяйственного обслуживания, Производства и поставки облегченных компонентов.	Дополнительные начальные затраты на инвестиции в продукты, их монтаж и усиленные структурные элементы. Затраты колеблются в зависимости от системы и региона.  Требуются затраты на постоянное техническое обслуживание.	Сокращение дождевых стоков и пиковых ливневых стоков. Поглощение CO <sub>2</sub> для биосинтеза. Развитие жизнелюбия и жизнерадостности пользователей зданий и жителей городов. Обеспечение альтернативных публичных мест для проведения досуга и укрепления связей сообщества в условиях высотной городской застройки высокой плотности. Сокращение нагрузки на систему охлаждения здания, снижение потребления энергии и экономия затрат для владельцев / жильцов. Повышение рыночной привлекательности и ценности здания. Сокращение суточных колебаний температуры крыш и фасадов зданий, вызывающих сокращение и расширение материалов, и, таким образом, продление срока жизни крыш и фасадов зданий. Способствует развитию новых каналов поставок и созданию рабочих мест.

Гелиотехника					
Технологии и практика	В каких климатических условиях применимы	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
Солнечный тепловой водонагреватель	Большинство регионов умеренного и жаркого климата.	Проектирование конструкции здания и крыши для несения дополнительных статических нагрузок системы.	Требуется серьезная организационная поддержка, в частности, стимулирующая политика и финансовые механизмы: Сокращение/ прекращение субсидий на поставку электричества из ископаемого топлива.		
Использование солнечной энергии для нагрева воды и отопления (комбисистемы)	Регионы умеренного климата.	Предусмотреть установку счетчиков в удобных для снятия показаний местах.	Снижение / снятие тарифов на импорт компонентов для гелиотехники, Четкие планы по расширению общей электросети (на сельские и отдаленные районы) и информирование населения о них. Это необходимо для расчета периода окупаемости для принятия решений об инвестициях в автономные системы гелиотехники: домашние системы и солнечные зарядные станции,		Считаются важными и перспективными технологиями для замены электроэнергии, произведенной из ископаемого тепла.
Использование солнечной энергии для нагрева воды и охлаждения помещений.	Регионы жаркого климата.	Требуется постоянное и достаточное давление и непрерывная подача воды для автоматической работы солнечного водонагревателя	Создание интеллектуальных электросетей и стимулирующие тарифы на подачу энергии в сеть как платформы для внутрисетевого использования ФЭ технологий.	Требуются инвестиционные затраты на продукты, их монтаж и затраты на техобслуживание.	Способствуют повышению качества жизни и создают здоровую окружающую среду.
ФЭ, интегрированные в структуру зданий (BIPV)	Все регионы.			По сравнению с гелиотехникой ФЭ технологии более капиталоемкие.	Приносят непосредственные выгоды владельцам домов и сообществ (в отдаленных и сельских районах).
Система солнечный дом		Солнечный свет должен падать непосредственно на ФЭ панели.	Приоритетные области для ОКР: Местные данные о солнечном излучении и продолжительности солнечного освещения в разные сезоны, Наиболее приемлемая и рентабельная для местного применения гелиотехника и продукты для масштабного развития, Эффективные модели хозяйствования и финансовые механизмы для обеспечения приемлемой окупаемости инвестиций, Развитие потенциала в области технических знаний, методов проектирования для специалистов, в области монтажа – для техников и профилактического контроля и техобслуживания – для владельцев и административно-эксплуатационного персонала.	Стоимость компонентов колеблется в зависимости от технологий и производства – местного или импортного.	
Солнечная зарядная станция	Отдаленные сельские районы во всех климатических зонах.	Монтировать панели обращенными прямо к падающему солнечному свету. Требуется периодическое техобслуживание для очистки поверхностей от грязи и / или птичьего помета и т.д.			Создают возможности для развития бизнеса в отдаленных и сельских сообществах с системами зарядных станций.

Ветровые турбины, интегрированные в конструкцию зданий					
Технологии и практика	В каких климатических условиях применимы	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
Ветровые турбины с горизонтальной осью (HAWT)	Все регионы, особенно прибрежные районы с высоким ветровым потенциалом.	Сбор данных о параметрах ветра в непосредственной близости зданий или места расположения объекта.	Создание местной карты ветров для знания скорости ветра, его частоты и направлений на разной высоте, в разное время и в разных условиях.	Требуются начальные инвестиционные затраты на техническое обоснование и проект турбин, их монтаж и усиленные структурные элементы.  Стоимость компонентов ветровых турбин, интегрированных в конструкцию зданий, колеблется в широких пределах в зависимости от типа, расчетной мощности и производства – местного или импортного.  Необходим отдельный бюджет на замену частей.	Снижается потребность в электричестве, выработанном из ископаемого топлива.  Возможности для владельцев зданий продавать избыток электричества в сеть.  Новые профессии для местных ресурсов и возможность занятости.  Механизм для процветания местной зеленой экономики.  Вносят вклад в социальное развитие, повышая качество жизни обитателей отдаленных районов и островов.
Ветровые турбины с вертикальной осью (VAWT)		Определение подходящего типа турбины и места установки, чтобы максимально использовать генерирующий потенциал турбин в соответствии параметрами ветра и минимальной рабочей скоростью турбины, номинальной скоростью и скоростью отключения.	Наличие стимулирующей политики и финансовых механизмов для обеспечения коммерческой эффективности ветровых электростанций:  Сокращение/ прекращение субсидий на поставку электричества из ископаемого топлива.  Снижение / снятие тарифов на импорт компонентов для ветровых турбин.  Четкие планы по расширению общей электросети (на сельские и отдаленные районы) и информирование населения о них.		
Домашняя ветровая электростанция (ДВЭ)		Обеспечить прочность конструкции здания и для несения дополнительных статических нагрузок и нагрузок от вибрации при работе турбины.  Использовать технологию поглощения вибрации, чтобы не допустить повреждения конструкции здания и минимизировать шум, проникающий в здание.  Установить меры защиты от повреждений ветровых турбин молнией.  Обеспечить доступ для техобслуживания.  Приемлемы, как для автономного, так и сетевого использования.	Создание интеллектуальных электросетей и стимулирующие тарифы на подачу энергии в сеть как платформы для внутрисетевого использования ветровых технологий.  Принятие руководств и стандартов по регулированию монтажа, чтобы обеспечить Безопасность конструкции,  Контроль шумового загрязнения,  Подсоединение к сети,  Принципы проектирования городского пейзажа.  Развитие потенциала: технических знаний, расчета, моделирования и выбора соответствующих типов турбин в подходящих местах – для специалистов.  Навыков в методах монтажа – для местных рабочих.  Профилактического контроля и техобслуживания – для владельцев зданий и административно-эксплуатационного персонала.  Производство ветровых микро-турбин и компонентов для них – для долгосрочного развития.		

Управление энергопотреблением и повышение эффективности					
Технологии и практика	В каких климатических условиях применимы	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
Ввод в эксплуатацию		<p>Анализ эффективности на соответствие целям, установленным на начальном этапе проектирования зданий, обеспечение инспекции установок на месте, опробование всех технических систем и исправления всех отклонений.</p> <p>Привлечение независимого агента по сдаче в эксплуатацию в период приемки комплексных масштабных зданий, что поможет выявить и исправить скрытые недоработки.</p> <p>Обеспечить руководство пользователя, чтобы объяснить операционные процедуры и функционирование сложных технических систем.</p>	<p>Соглашение между застройщиками и строителями/подрядчиками.</p> <p>Организационная поддержка: требование законом процедуры ввода в эксплуатацию для контрактов на строительство зданий определенного типа сложности.</p> <p>Для ввода в эксплуатацию передовых технологий /систем требуется подготовить эксплуатационный и административно-технический персонал, а также обучить пользователей.</p>	<p>Одноразовые инвестиционные затраты владельцев в процедуру ввода здания в эксплуатацию.</p>	<p>Обеспечивает качественную работу всех систем и повышает их производительность на весь период жизни.</p> <p>Улучшает состояние окружающей среды и повышает уровень комфорта.</p> <p>Снижает затраты на подготовку и ознакомление административно-эксплуатационного персонала зданий.</p> <p>Экономия на оплате коммунальных услуг и повышение производительности.</p>
Система управления энергопотреблением здания (СУЭЗ)	<p>Все климатические регионы.</p> <p>Наиболее пригодны для коммерческих зданий и масштабных комплексов смешанного назначения.</p>	<p>Дает наибольшие выгоды при создании и включении на этапе проектирования зданий.</p> <p>Требуется квалифицированный персонал для эксплуатации и контроля данных систем СУЭЗ.</p> <p>Установить пользовательский интерфейс и переопределяемые вручную функции на случай отказа системы и чрезвычайных ситуаций.</p>	<p>Развитие потенциала высококвалифицированного для монтажа и эксплуатации систем.</p>	<p>Требуются дополнительные затраты на монтаж, эксплуатацию и техобслуживание системы.</p>	<p>Оптимизация использования энергии и ее экономия.</p> <p>Раннее предупреждение и обнаружение, облегчение проблем диагностики.</p>
Контракт на повышение энергоэффективности (КПЭ)		<p>Требуется серьезная поддержка со стороны владельцев зданий, чтобы ЭСК определила исходный уровень:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– существующую структуру и скорость энергопотребления, инвентаризацию оборудования, заселенность, меры экономии энергии и т.д. на основании точечных замеров, проверок и обследования.</li> </ul> <p>Разработка технологических мер с учетом исходного состояния для расчета возможной экономии энергопотребления и экономии в денежном выражении и периода окупаемости.</p> <p>Конкретные измерения для проекта и план, график профилактического обслуживания, расходы и период окупаемости.</p> <p>Проведение послемонтажной проверки, периодическая проверка эффективности работы, операционная обратная связь и корректировка.</p>	<p>Наличие организационной поддержки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Несубсидированная цена на электричество.</li> <li>Наличие тарифа на поставку энергии в сеть.</li> <li>Финансовая помощь международных и местных организаций на начальной фазе.</li> </ul>	<p>От владельцев зданий не требуется дополнительные инвестиционные затраты на КПЭ, кроме некоторых неудобств в период установки техники ЭСК.</p>	<p>Возможности для повышения энергоэффективности уже существующих больших зданий.</p> <p>Обеспечивается возможность владельцам зданий модернизировать оборудование и системы.</p> <p>Зеленый механизм финансирования позволяет преодолеть сложности с финансированием масштабного внедрения энергоэффективных технологий и использования возобновляемых источников энергии.</p>

Катализаторы изменения в поведении					
Технологии и практика	В каких климатических условиях применимы	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
Энергоэффективные приборы	Все регионы и все условия.	Для применения нет никаких дополнительных технических требований, и не требуется дополнительного пространства, т.к. такие счетчики не отличаются по форме и размеру от обычных счетчиков.	Наличие организационной поддержки: программ энергетической маркировки продукта.	Энергоэффективные приборы дороже, чем обычные приборы. Но дополнительные затраты могут окупиться, благодаря экономии энергии за период их использования.	<p>Непосредственный вклад в бытовую экономию энергии.</p> <p>Представляет собой катализатор изменений в поведении и переходу к более устойчивому и рачительному образу жизни.</p> <p>Способствует реализации динамичного ценообразования на электричество, что, в свою очередь, помогает снизить пиковую нагрузку, решить проблему нехватки энергии и снимает необходимость расширения инфраструктуры энергетики.</p>
Домашние сети (HAN)	Для домашнего применения во всех регионах.	Подсоединение бытовых электрических приборов и систем (ОВК, освещения, холодильников, стиральных машин, водонагревателей, ТВ, компьютеров и т.д.) к интеллектуальным счетчикам.	<p>Требуется дальнейшие ОКР и стендовые испытания.</p> <p>Внедрение общих стандартов и протоколов для интегрирования и совместимости различных продуктов для домашней сети и их корректировка для удобства пользователей и привлекательности для потребителей.</p> <p>Выполнение демонстрационных проектов, проведение салонов для повышения информированности на начальной стадии развития на рынке.</p> <p>Дальнейшие ОКР для снижения стоимости.</p>	<p>Начальные инвестиции на закупку и монтаж соответствующего оборудования.</p> <p>Дополнительные операционные затраты на энергию, потребляемую домашним блоком управления, и на обновления системы/ программного обеспечения.</p>	
Предоплаченные счетчики	Наиболее пригодны для наименее развитых стран	<p>Требуется введение поставщиками коммунальных услуг системы кредитов и /или продаж.</p> <p>Защита счетчиков от погодных явлений, особенно дождя.</p> <p>Установка счетчиков вдали от возможного контакта с водой или источником тепла.</p> <p>Установка счетчика в месте, удобном для пользования и техобслуживания.</p>	<p>Хорошее взаимодействие и связь между операторами электростанции, поставщиками коммунальных услуг, местными властями и местным сообществом.</p> <p>Системы продаж через интернет могут быть внедрены лишь там, где большинство домашних хозяйств имеет доступ к интернет.</p>	<p>Финансовые инвестиции поставщика коммунальных услуг в создание инфраструктуры распределения, установку автоматов для продажи и эксплуатации системы.</p> <p>От потребителей часто требуются небольшие начальные инвестиции на покупку и установку предоплаченных счетчиков в домах.</p>	

Централизованные энергетические услуги					
Технологии и практика	В каких климатических условиях	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
Централизованное отопление/охлаждение	Все регионы, наибольшая целесообразность в городских условиях с плотной застройкой.	Создание централизованных станций для производства отопления/охлаждения; используя котлы, /холодильники, проводить рекуперацию отбросного тепла путем ко-генерации либо использовать отбросное тепло близлежащих электростанций или промышленных процессов.	Создание надлежащих механизмов для инвестирования и финансирования.	Требуется инвестор и генеральный застройщик для инвестирования начального капитала в создание систем, операционные затраты и затраты на эксплуатацию.	Более высокая эффективность производства тепла в условиях плотной городской застройки по сравнению с малыми изолированными системами в каждом здании отдельно.
		Для конверсии тепловой энергии использовать чистые источники энергии (где это возможно). Для удовлетворения различных потребностей в тепле в течение года использовать технологии конверсии тепло-холод.	ОКР для определения источников энергии, подходящих систем, технологий и мощности системы для удовлетворения нужд района.		Оптимизация работы централизованной станции: выше энергоэффективность, использование возобновляемых источников энергии и повышение эффективности работы обслуживающего персонала.
Ко-генерация электричества и тепла (СНП)	Все регионы, наибольшая целесообразность в сельских районах с низкой плотностью застройки, где имеется легкий доступ к возобновляемым и альтернативным источникам энергии.	Установить сеть распределительных трубопроводов, выполненных из металлических труб с теплоизоляцией, насосов для передачи тепловой энергии от централизованной станции в каждое здание внутри района.	Консультации с потребителями для достижения общего понимания ожиданий и сотрудничества на этапах технического обоснования, проектирования, строительства и эксплуатации.		Эффективная генерация электричества и использование побочного продукта, тепла.
		На подземных трубопроводах установить системы обнаружения протечек и защиты от коррозии. Для экономии энергии и предотвращения передачи шума в здания через теплоноситель использовать малозумные насосы с переменной скоростью работы. В каждом здании установить теплообменник, трубопровод, систему клапанов и систему управления, термостаты и счетчик. Необходимо периодически проводить техобслуживание, проверку наличия течей, контроль и докладывать о работе системы.	Развитие потенциала для профессиональной подготовки местных трудовых ресурсов в области монтажа, контроля, выявления неполадок и ремонта систем.		Возможности использовать возобновляемые или чистые источники энергии. Сочетание анаэробного генератора для биогаза и СРН - эффективное решение проблемы санитарного состояния в сельских районах (избавление от запаха и мух), профилактика загрязнения воды и оздоровление окружающей среды. Укрепление чувства единства, социальной сплоченности в сообществе. Для владельцев зданий - Экономия капитальных затрат на установку котла/холодильника, экономия площади здания. - Экономия на постоянных капитальных затратах на модернизацию котла /холодильника. - Гибкость, возможность контролировать и управлять использованием тепловой энергии.

Экологический дизайн и практика деятельности устойчивых сообществ					
Технологии и практика	В каких климатических условиях применимы	Критические требования для применения	Условия для внедрения	Финансовые требования	Соответствие тройному критерию
Экологический дизайн и физическое планирование устойчивых сообществ	Различные стратегии и практика планирования в условиях различных сообществ.	Планировка зданий в сообществе с учетом местных характеристик освещенности солнцем и ветра в различные сезоны, сбор дождевых стоков и усиление местной ландшафтной экологии.	<p>Привлечение многочисленных заинтересованных участников для оценки состояния и условий.</p> <p>Назначить защитников программ устойчивого сообщества.</p> <p>Совместно с заинтересованными участниками – путем консенсуса - выявить главные потребности.</p> <p>Создать концепцию и реальный план деятельности.</p>	<p>На начальной стадии для развертывания работы требуется финансовая поддержка для планирования и выполнения первых мероприятий.</p> <p>Сообществам с низким доходом часто требуется поддержка международных организаций и/или местного правительства.</p> <p>Успешная работа сообщества часто приносит устойчивый поток дохода за счет окупаемости инвестиций.</p>	<p>Планирование ведется с учетом местных климатических условий, освещенности солнцем и осадков.</p> <p>Создается приятный микроклимат в общественных местах сообщества и для отдельных зданий.</p> <p>Эффективно используются водные ресурсы.</p> <p>Распространяется естественная растительность и сохраняется биоразнообразие.</p>
Практика деятельности устойчивых сообществ (укрепление чувства единства, повышение качества жизни, формирование профессиональных навыков для зеленой экономики)		<p>Беседы с членами сообщества для лучшего понимания их образа жизни, их желания улучшить жизнь в сообществе.</p> <p>Поощрять всех членов сообщества к участию во всех делах сообщества.</p> <p>Расширять возможности членов сообщества принимать решения и укреплять чувство причастности и гордости.</p>	<p>Определить партнеров и поддерживать с ними связь</p> <p>Начинать с наиболее целесообразных и недорогих мероприятий.</p> <p>Контролировать и совершенствовать работу по мере продвижения.</p> <p>Постоянно получать отзывы от всех заинтересованных участников и партнеров.</p>		<p>В сообществах с низким доходом сокращение уровня бедности, и повышается их квалификация и возможность занятости в зеленом секторе.</p> <p>Создается устойчивая зеленая экономика, благодаря туризму, местному производству продуктов питания и т.д.</p> <p>Создаются и укрепляются общинные связи и чувство причастности.</p> <p>Снижается уровень преступности.</p> <p>Повышается качество жизни.</p>



## Приложение II: Глоссарий

---

**Система управления энергопотреблением зданий (СУЭЗ):** автоматизированная система, устанавливаемая в зданиях. СУЭЗ объединяет блок управления и контроль механических и электрических систем внутри здания в единую стратегию контроля для оптимизации энергопотребления и удобства пользователей.

**Системы озеленения, интегрированные в конструкцию зданий:** интегрирование озеленения в элементы зданий и озеленение как часть элементов здания (например: зеленая крыша и зеленая стена).

**Гелиотехника, интегрированная в структуру:** коммунального обслуживания здания, представляет собой фотоэлектрические панели, установленные на крышах, фасадах, застеклении крыш или затеняющих устройствах зданий.

**Ветровые турбины, интегрированные в конструкцию зданий:** ветровые микро-турбины, установленные на крыше зданий для превращения энергии движения ветра в электрическую энергию.

**Секвестрация углерода:** Здание может выполнять функцию статической воронки углерода, в виде строительных материалов, поглотивших углерод, либо улавливать его в возрастающем количестве, благодаря интегрированному озеленению зданий и участка застройки.

**Строительные материалы с содержанием углерода:** Их обычный источник – продукты из заготовленной древесины. Заготавливается древесина деревьев, которые поглощают углерод в процессе фотосинтеза. Углерод составляет 50% сухого веса древесины.

**Пенопластовая изоляция:** продукты для термоизоляции, полученные из нефти, к ним относятся жесткий пенополиуретан, фенол подобные: пенополистирол, экструдированный пенополистирол.

**Холодильник:** элемент централизованной системы ОВК. Он производит холодную воду, которая насосами подается в установку для кондиционирования воздуха, и охлаждает воздух.

**Централизованные энергетические услуги:** обеспечивают отопление, охлаждение и энергию из возобновляемых источников для более одного здания. Часто существуют в двух формах: централизованное отопление/охлаждение и комбинированная генерация электричества и тепла (CHP).

**Блоки из прессованной земли:** возрожденный строительный материал, использующийся в Индии, Восточной Африке и Южной Америке; такие блоки изготавливаются из полусухой смеси глины и песка и в настоящее время производятся на механизированном гидравлическом прессе.

**Автоматизированные средства проектирования:** Эти средства моделируют эксплуатационные показатели зданий, рассчитывают необходимую для охлаждения или отопления энергию, выбросы CO<sub>2</sub>, проводят анализ жизненного цикла и т.д. Средства моделирования особенно важны для визуализации стратегий проектирования и прогнозирования эксплуатационных характеристик здания, в частности, по отношению к линии движения солнца и солнечной тени, дневному свету. Для движения воздуха используется динамическое гидромоделирование и т.д.

**Система вытесняющей вентиляции:** Эта система обычно подает кондиционированный воздух из конструктивной системы фальшпола через ряд регулируемых заслонок в полу. В помещении воздух перемещается параллельными струями. Более прохладный воздух остается внизу (где находятся люди, и требуется прохладный воздух), а более теплый воздух поднимается к потолку.

**Централизованное отопление/ охлаждение:** комбинированное отопление/ охлаждение от централизованной станции и распределение отопления/ охлаждения в здания определенного района через сеть трубопроводов для обогрева помещений, нагрева воды или охлаждения помещений. Необходимая для отопления/ охлаждения энергия может поступать в виде отбросного тепла близлежащих промышленных предприятий (при их наличии), и/ или используются возобновляемые источники энергии: солнечная тепловая и геотермальная энергия.

**Двухслойный фасад:** Такой фасад состоит из двух слоев остекления, между которыми имеется вентилируемая полость шириной от 0,2 м до 2 м. В полостях шириной от 0,6 м и более устанавливаются металлические рабочие мостки для очистки и техобслуживания. Внутри вентилируемой полости могут устанавливаться затеняющие устройства: подвижные шторы.

**Энергоэффективная система освещения:** включает энергосберегающие лампы, пускорегулирующую аппаратуру и осветительную арматуру. Газоразрядные лампы (компактные люминесцентные лампы T5 и T8) и электролюминесцентные панели (светодиодные) считаются энергосберегающими лампами.

**Контракт на повышение энергоэффективности:** метод закупки с учетом результатов и финансовый механизм для модернизации зданий; обеспечивает покрытие затрат на модернизацию зданий за счет экономии коммунальных платежей, полученной в результате монтажа новых систем в зданиях.

**Испарительное охлаждение:** Такое охлаждение достигается во время процесса испарения воды, при котором температура воздуха понижается, когда воздух сталкивается с водой, и вода превращается из жидкого состояния в пар.

**Сквозное проветривание (Flush out):** способ обеспечения качества воздуха в помещении. До заселения новые завершенные здания полностью открываются для обеспечения циркуляции воздуха на определенное требуемое время.

**Зеленые крыши:** обильно покрыты растительностью, травой или кустарниками на опорной системе, интегрированной в конструкцию здания. Система включает субстрат, фильтр, полив, хранение воды и дренаж, а также водонепроницаемый слой для защиты крыши/ конструкции. Конструкция зеленые крыши обычно облегченная и не предназначена для массовых публичных мероприятий, а лишь для мероприятий техобслуживания.

**Зеленые фасады/стены:** включают растения, растущие на зданиях: плетистые растения с цепляющимися корнями на поверхности стен, вьющиеся растения на сетке или кабельной опоре и несущие панели с выращенными на них растениями, установленные вертикально на стенах (NParks, 2009).

**Коэффициент озеленения (Green Plot Ratio):** измеряет индекс общей поверхности листьев на застроенном участке на основании объемометрического подхода, при этом учитываются зеленые стены, зеленые крыши, высотные сады и т.д.

**Парниковые газы (ПГ):** газы, улавливающие тепло из атмосферы, в основном, водяные пары, двуокись углерода, метан, окислы азота и озон. Рост концентрации ПГ приводит к повышению средней температуры Земли и вызывает другие отрицательные последствия для климата и погоды.

**Тепловой насос:** Такой насос извлекает источники тепла из более теплых подземных слоев земли, воздуха или подповерхностных вод зимой в регионах умеренного климата для доведения температуры для использования внутри помещений. В летние месяцы для охлаждения помещения тепловой насос действует по обратному циклу: извлекает тепло из помещения и подает его наружу.

**Отопление, вентиляция и кондиционирование (ОВК):** механическая система подачи свежего воздуха и регулирования температуры и влажности воздуха в помещениях здания. Система обычно состоит из элементов, обеспечивающих подачу, фильтрацию, нагрев, охлаждение и распределение кондиционированного воздуха в определенных внутренних помещениях.

**Домашняя сеть (HAN):** представляет собой сеть внутри дома соединяющую бытовые электрические приборы (ОВК, освещение, холодильники, телевизоры, компьютеры и т.д.) с интеллектуальными счетчиками. Интеллектуальные счетчики позволяют владельцам домов/ жильцам контролировать использование энергии и управлять им.

**Гидропневматические системы водоснабжения:** создание давления воздуха в баке для воды – главный элемент для экономии энергии в системах водоснабжения зданий. Благодаря сжатому воздуху внутри бака выполняется три основные функции: подача воды под установленным давлением, сокращаются перепады давления в системе водоснабжения, и контролируется и регулируется работа водяного насоса.

**Строительство in-situ:** метод строительства из строительных материалов на стройплощадке. Этот метод противоположен сборному строительству, когда строительные элементы производятся на заводе, а затем перевозятся на стройплощадку для сборки.

**Комплексное проектирование:** процесс проектирования с целью создания гармоничных зданий, вписывающихся в окружающий контекст, с техническими элементами и технологиями, составляющими части единой системы на весь цикл жизни зданий (Larsson, 2005). Достижению этой цели служит междисциплинарная рабочая группа, в которой специалисты начинают работать в сотрудничестве с момента замысла и проектной концепции, совместно принимают решения и решают все вопросы проектирования совместно.

**Цикл жизни (здания):** включает все стадии жизни здания. Это – стадии производства строительных материалов, транспортировки строительных материалов от источника/ предприятия на строительную площадку, строительства здания, эксплуатации здания и сноса здания.

**Световод:** Это устройство состоит из прозрачного купола снаружи, отражающей металлической трубки и рассеивателя, устанавливаемых на потолке. Купол собирает и усиливает наружный дневной свет, который передается через отражающую трубку на рассеиватель и, таким образом, рассеянный дневной свет распределяется во внутреннем пространстве вниз.

**Световой экран:** специальное устройство, затеняющее солнце; устанавливается на верхней части окон/ остекленного фасада выше уровня глаз. У окна под экраном обеспечиваются условия насыщенного естественного освещения, но не создается слепящего света, а рассеянный дневной свет отражается с верхней части экрана на потолок у окна и далее отражается во внутренне пространство.

**Низкоуглеродные здания/ здания с нулевым выбросом углерода:** В них достигается общая цель минимизации выбросов ПГ в атмосферу путем интегрирования имеющихся методов эффективного дизайна, стратегии и технологи, а также использования возобновляемых источников энергии для функционирования.

**Низкоуглеродные строительные материалы:** Материалы, полученные в результате процессов производства, сборки и транспортировки с низким потреблением энергии и углерода. При такой широкой интерпретации определение *низкоуглеродные строительные материалы* трактуется по-разному в различных контекстах. Например: изделия из металла считаются высокоуглеродными материалами, потому что они производятся в результате углеродоемких процессов. Однако изделия из переработанного металла, используемые в новых зданиях, могут считаться низкоуглеродными.

**Изоляция из минерального волокна:** продукты для тепловой изоляции, полученные с использованием минеральных материалов. К ним относятся минеральная шерсть, минеральная вата и стекловата. Сырье плавят при высокой температуре, вытягивают в волокно, добавляют связывающее вещество и формируют жесткие плиты и изоляционные маты. При демонтаже с соблюдением правильных условий минеральное волокно можно перерабатывать и повторно использовать после окончания срока жизни.

**Микро гидроэлектростанция:** производит энергию, используя энергию движущейся воды в реках и ручьях. Эта энергия может использоваться для получения электричества или использоваться в гибридных системах совместного производства электричества и тепла.

**Способы смягчения последствий изменения климата (в секторе строительства):** Это – внедрение и использование таких стратегий, приемов и практики дизайна, которые позволяют снизить энергоемкость и энергопотребление зданий на всех этапах - от проектирования до строительства, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, модернизации и утилизации по окончании срока жизни. Это – также переход на низкоуглеродное топливо; максимальное использование возможности зданий служить воронкой углерода, а также катализаторы изменения в поведении и перехода на более устойчивый образ жизни.

**Общая величина теплопередачи (ОВТ):** показатель потребления энергии оболочкой здания. Ее формулировка учитывает важные элементы оболочки зданий: тип остекления, размер окон, внешнее затенение окон, тип и цвет стен.

**Пассивный дом:** исходное использование принципов проектирования обычных зданий и сочетание их с герметичной и хорошо изолированной оболочкой здания для получения зданий с очень низким энергопотреблением. В пассивном доме благоприятный внутренний климат может поддерживаться системами активного отопления и охлаждения. Дом сам себя отапливает и охлаждает, поэтому называется пассивным (Passive House Institute, 2010).

**Пассивный солнечный дизайн:** стратегия проектирования, которая позволяет создать здание, соответствующее биоклиматическим и географическим условиям своего расположения и непосредственно окружающей его среде. Цель такого дизайна – сократить энергопотребление на создание теплового комфорта, искусственное освещение и другие показатели здания. Стратегия включает выбор места строительства, подходящий условиям движения солнца и ветра дизайн и использование теплоемких материалов.

**Материалы с фазовым переходом (МФП):** Их действие основано на принципе поглощения и хранения тепла в латентном состоянии. Когда окружающая температура повышается, температура вещества не изменяется, но оно переходит из одного физического состояния в другое и, таким

образом, сохраняет энергию. Поэтому поглощение энергии не ощущается на ощупь. После завершения полной фазы изменения температура повышается до заметного уровня.

**Изоляция из материалов растительного и животного происхождения:** продукты для теплоизоляции, полученные из растений и от животных; это – целлюлозное волокно, овечья шерсть, хлопок и лен. Это – вещества с низкой энергоемкостью и могут быть получены из возобновляемых источников сырья. Они бывают в виде волокна, матов или твердых плит.

**Фотоэлектрическая технология:** обеспечивает использование солнечной энергии путем превращения световой энергии в электрическую энергию через фотоэлектрический процесс.

**Предоплаченные счетчики:** С такими счетчиками потребители должны предварительно оплачивать определенное количество электричества, и лишь затем счетчики начинают ее отпускать для потребления.

**Система сбора дождевого стока:** Это - технология сбора качественной воды, поступающей в виде природных осадков. Наиболее популярный метод – сбор с крыш или других поверхностей зданий. Простая система состоит из водосточного желоба крыши и водосточных труб, соединенных с емкостью для хранения.

**Жилые и коммерческие здания:** Определение жилого здания просто и понятно, это – отдельный дом, сблокированный двухквартирный дом, таунхаус - малоэтажный жилой дом на несколько многоуровневых квартир, и многоквартирные квартиры. А термин коммерческие здания относится ко всем нежилым зданиям и жилым зданиям: общественным, сферы услуг, торговым, муниципальным и т.д.

**Сады на крышах, сады на балконах и террасы на крышах:** сады с растениями, расположенные на крышах, балконах и террасах, на них можно проводить мероприятия на открытом воздухе. Их обычные элементы - интегрированный полив, дренаж и гидроизоляция.

**Самоочищающиеся фасады:** Обычно это - использование двуокиси титана ( $TiO_2$ ), которая наносится, как на стены, так и на остекление.  $TiO_2$  – фотокатализатор. Под воздействием солнечного света  $TiO_2$  активирует молекулы содержащегося в ней кислорода для разложения микробов, бактерий и органических веществ.

**Нанесение двуокиси титана на поверхности фасадов:** алюминиевые покрытия, облицовочную плитку, и т.д. придает фасадам способность самоочищаться.

**Солнечная тепловая технология:** сбор энергии солнца и превращение ее в тепловую энергию.

**Землебитные фундаменты:** инновационное применение традиционной практики использования земли в качестве строительного материала; вынимаемый для получения траншей грунт просеивается, смешивается с цементом и песком и становится строительным материалом, из которого строится фундамент здания.

**Заинтересованные участники (из строительного сектора):** Это - застройщики, финансовые организации, руководители проектов, архитекторы, проектировщики строительных конструкций, инженеры-строители, инженеры-механики, инженеры-электрики, владельцы, жильцы, арендаторы и т.д.

**Подземный теплообменник:** процесс пропускания входящего воздуха через подземные воздуховоды. Благодаря постоянной температуре земли (зимой более теплой, чем наружный воздух, а летом более прохладной) входящий воздух подогревается или охлаждается.

**Затеняющее устройство:** применяется, чтобы прямые солнечные лучи не отсвечивали от застекленных поверхностей; оно также дополняет затеняющую способность фасадов и снижает передачу тепла от фасадов.

**Экологический дизайн и практика деятельности устойчивых сообществ:** планирование, проектирование, строительство, управление и содействие развитию сообществ для достижения целей устойчивого развития.

**Тепловой комфорт:** «состояние человека, когда он выражает удовлетворение температурными условиями среды» (ISO7330). Такое восприятие зависит от температуры воздуха, температура излучения, относительной влажности, скорости воздуха, занятия и одежды.

**Тепловая энергия льда:** Лед производится в часы непиковой нагрузки и хранится для получения охлажденной воды в часы пиковой нагрузки, что помогает сократить пиковую электрическую нагрузку.

**Теплоизоляция:** строительные материалы с низкой теплопроводностью. Они помогают сократить энергопотребление в зданиях, предотвращая нагрев/ потерю тепла через оболочку зданий.

**Теплоемкие материалы:** поглощают и хранят тепло и холод, не допуская большого изменения температуры внутри зданий, тогда как температура наружного воздуха за короткие периоды времени изменяется в больших пределах. Каменная кладка, продукты из камня и бетона обладают хорошей теплоемкостью.

**Оптимизация затрат:** мероприятия по снижению расходов на последних стадиях разработки проекта.

**Зонный контроль:** стратегия для достижения большей эффективности систем ОВК или искусственного освещения. Помещения/ комнаты внутри здания должны быть разделены на небольшие закрытые пространства и зоны, и каждое должно быть оснащено отдельным термостатом, приводными клапанами, сенсорами, системой переключателей и системой управления. Таким образом, пользователи могут корректировать температуру и/ или освещение в помещении по своему уровню комфорта и / или потребности в освещении.

# Приложение III: Дополнительные источники информации о технологиях и практике по смягчению последствий изменения климата

---

## **Возрождение и инновационное использование традиционных строительных материалов**

Ориентировочный список исследовательских институтов/ организаций:

1. Институт земли в г. Ауравиле (Индия): [www.earth-auroville.com](http://www.earth-auroville.com)
2. Институт энергии и ресурсов (Индия): [www.teriin.org](http://www.teriin.org)

## **Дизайн и технологии пассивного дома**

Ориентировочный список исследовательских институтов/ организаций:

1. Международная ассоциация пассивного дома (Международная): [www.passivehouse-international.org](http://www.passivehouse-international.org)
2. Passi Haus Institute (Германия): [www.passiv.de/07\\_eng/index\\_e.html](http://www.passiv.de/07_eng/index_e.html)
3. PASS-NET (Европа): [www.pass-net.net](http://www.pass-net.net)

## **Ориентировочный список создателей / поставщиков технологий:**

1. Arqitecto Eva Ibars Novella (Словения): [www.ibars.si](http://www.ibars.si)
2. Projektant Pozemnych Stavieb Katarína Bódiová (Словакия): <http://projekty.bodi.sk>

## **Процесс комплексного проектирования жизненного цикла**

Ориентировочный список исследовательских институтов/ организаций:

1. Международное энергетическое агентство – Task 23(Глобальное): [www.iea-shc.org/task23](http://www.iea-shc.org/task23)
2. Международная инициатива в поддержку устойчивой застроенной среды (IISBE) (Глобальная): [www.iisbe.org](http://www.iisbe.org)

## **Ориентировочный список поставщиков технологий:**

1. Autodesk (Глобальный): [www.autodesk.com](http://www.autodesk.com)
2. Bentley (Глобальный): [www.bentley.com](http://www.bentley.com)
3. Интегрированные экологические решения (Глобальный): [www.iesve.com/RestOfWorld](http://www.iesve.com/RestOfWorld)

## **Термоизоляционная оболочка зданий**

Ориентировочный список исследовательских институтов/ организаций:

1. Лаборатория теплопроводности и экологической технологии, Отделение машиностроения, Университет имени Аристотеля, Греция. <http://www.meng.auth.gr/el.html>
2. Национальный научно-исследовательский совет Канады, Институт строительных исследований: [www.nrc-cnrc.gc.ca](http://www.nrc-cnrc.gc.ca)

## **Ориентировочный список поставщиков технологий:**

1. Africa Thermal Insulations (Южная Африка): <http://www.alububble.co.za>
2. Hangzhou Phase Change Technology Co., Ltd. (Китай): <http://hzfeijie.en.alibaba.com>
3. BASF (Азия/ Тихоокеанский регион и Северная Америка) <http://www.basf.com/group/corporate/en/contact>

## **Высокоэффективные фасадные системы зданий**

Ориентировочный список исследовательских институтов/ организаций:

1. Центр общих конструктивных характеристик зданий, Национальный университет Сингапура (Сингапур): [www.ctbp.bdg.nus.edu.sg](http://www.ctbp.bdg.nus.edu.sg)
2. Отделение энергетического и строительного проектирования, университет г. Лунд (Швеция): [www.ebd.lth.se/english](http://www.ebd.lth.se/english)
3. Отделение строительной технологии, Национальная лаборатория имени Лоуренса Беркли (США): <http://lowenergyfacades.lbl.gov>

## **Ориентировочный список поставщиков технологий:**

1. Somfy for Bioclimatic Facades (Глобальный): [www.somfyarchitecture.com](http://www.somfyarchitecture.com)
2. Advanced Glazings (Канада): [www.advancedglazings.com](http://www.advancedglazings.com)
3. Viracon (Глобальный): [www.viracon.com](http://www.viracon.com)

## **Технология восполнения искусственного освещения дневным светом**

Ориентировочный список исследовательских институтов/ организаций:

1. Daylighting Collaborative (США): [www.daylighting.org/index.php](http://www.daylighting.org/index.php)
2. MIT Daylighting Lab (США): <http://daylighting.mit.edu/home.php>

## **Ориентировочный список поставщиков технологий:**

1. Solatube International (Глобальный): [www.solatube.com](http://www.solatube.com)
2. Solar Tracking Skylight Inc (США): [www.solar-track.com](http://www.solar-track.com)

## **Высокоэффективные системы отопления, вентиляции и кондиционирования**

Ориентировочный список исследовательских институтов/ организаций:

1. Американская ассоциация инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха (США и глобальная): [www.ashrae.org](http://www.ashrae.org)
2. Лаборатория энергетических систем, Наньянский технологический университет (Сингапур): [www.mae.ntu.edu.sg/AboutMAE/Divisions/ESLab/Pages/Home.aspx](http://www.mae.ntu.edu.sg/AboutMAE/Divisions/ESLab/Pages/Home.aspx)

### **Ориентировочный список поставщиков технологий:**

1. Trane Inc. (Глобальный): [www.trane.com/Corporate/default.asp](http://www.trane.com/Corporate/default.asp)
2. Broad Air Conditioning (Китай): <http://www.broad.com>

## **Эффективные системы освещения**

Ориентировочный список исследовательских институтов/ организаций:

1. en.lighten Initiative (Глобальная): <http://www.enlighten-initiative.org>
2. Инициатива по эффективному освещению (Восточная Азия и Южная Африка): [www.efficientlighting.net](http://www.efficientlighting.net)
3. Международная ассоциация светодизайнеров (Глобальная): [www.iald.org](http://www.iald.org)
4. Lighting Africa (Африка): [www.lightingafrica.org](http://www.lightingafrica.org)

### **Ориентировочный список поставщиков технологий:**

1. Philips (Глобальный): [www.philips.com/global/index.page](http://www.philips.com/global/index.page)
2. Osram (Глобальный): [www.osram.com/osram\\_com](http://www.osram.com/osram_com)

## **Технологии эффективного использования водных ресурсов**

Ориентировочный список исследовательских институтов/ организаций:

1. Healing Water Institute (Великобритания, Новая Зеландия): [www.healing-water.org](http://www.healing-water.org)
2. Исследовательский центр Национальной ассоциации жилищно-строительных фирм, *NAHB* (США): [www.toolbase.org/index.aspx](http://www.toolbase.org/index.aspx)
3. Альянс эффективного водопользования (США): [www.allianceforwaterefficiency.org/default.aspx](http://www.allianceforwaterefficiency.org/default.aspx)

### **Ориентировочный список поставщиков технологий:**

1. Daelyu Industry Ltd (Корея): <http://daelyu.en.ec21.com>
2. ohnson Controls (Глобальный): <http://www.johnsoncontrols.com/publish/us/en.html>

## **Секвестрация углерода и низкоуглеродные строительные материалы и продукты**

Ориентировочный список исследовательских институтов/ организаций:

1. Международная сеть бамбука и ротанга (INBAR) (Глобальная): [www.inbar.int/index.ASP](http://www.inbar.int/index.ASP)
2. Сингапурский экологический совет (Сингапур): [www.sec.org.sg](http://www.sec.org.sg)

Ориентировочный список поставщиков технологий:

1. amboo Living (США): [www.bambooliving.com](http://www.bambooliving.com)
2. ENGRO (Зеленый бетон) (Сингапур и Китай): [www.engro-global.com/index.html](http://www.engro-global.com/index.html)

## **Озеленение и системы озеленения, интегрированные в конструкцию зданий**

Ориентировочный список исследовательских институтов/ организаций:

1. Международная ассоциация зеленых кровель (Глобальная): [www.igra-world.com](http://www.igra-world.com)
2. Центр городского озеленения и городской экологии Сингапур): [www.cuge.com.sg](http://www.cuge.com.sg)

Ориентировочный список поставщиков технологий:

1. Green China Design (Китай): <http://greenchina.cuberoof.com>
2. Elmich Singapore Pte Ltd (Сингапур): [www.elmich.com](http://www.elmich.com)
3. Zhimizu Corporation (Глобальная): <http://www.shimz.co.jp/english/index.html>

## **Гелиотехника**

Ориентировочный список исследовательских институтов/ организаций:

1. Международное общество солнечной энергии (Глобальное): [www.ises.org](http://www.ises.org)
2. Международный центр ЮНИДО по развитию солнечной энергетики и передаче технологий (Глобальный): [www.unido-isec.org/englishindex/Index.html](http://www.unido-isec.org/englishindex/Index.html)
3. Сеть в области возобновляемой энергетики и политики для 21 века (Глобальная): [www.ren21.net/default.asp](http://www.ren21.net/default.asp)
4. Сингапурский институт исследований в области солнечной энергии (Сингапур): [www.seris.sg](http://www.seris.sg)
5. Южноафриканское общество устойчивого развития энергетики (Южная Африка): [www.sessa.org.za](http://www.sessa.org.za)
6. Solar Aid (Восточная и Южная Африка): <http://www.solar-aid.org>
7. Solar Combi + (Европа): [www.solarcombiplus.eu](http://www.solarcombiplus.eu)
8. Фонд солнечной энергии (Швеция в поддержку развивающихся стран): <http://www.solarenergyfoundation.com/sefpurpose.htm>
9. Отделение солнечной энергии, учебное заведение *Barefoot College* (Индия): <http://www.barefootcollege.org>

Ориентировочный список поставщиков технологий:

1. Siemens Solar Industries (Глобальный): <http://www.automation.siemens.com/mcms/solar-industry/en/Pages/Default.aspx>

2. Solar Dynamics Pte. (Страны Карибского бассейна): <http://soldardynamicsltd.com>
3. Shanghai Roy Solar Co., Ltd. (Китай): <http://www.roysolar.com>
4. SOLID solarinstallation+design (Китай): [www.solidchina.com](http://www.solidchina.com)
5. Midrand Solar Technologies (Южная Африка): <http://www.midrandsolar.co.za>

## **Ветровые турбины, интегрированные в конструкцию зданий**

Ориентировочный список исследовательских институтов/ организаций:

1. Центр исследования источников возобновляемой энергии, Университет Дакки, г. Дакка (Бангладеш): [www.univdhaka.edu/research3/research\\_centre\\_details.php?id=6](http://www.univdhaka.edu/research3/research_centre_details.php?id=6)
2. Центр исследований ветровых ресурсов (CERE), Университет Магеллана (UMAG), Пунта Аренас, Чили: <https://www.umag.cl/en/research.php>
3. Глобальная ассоциация ветроэнергетики (Глобальная): [www.gwec.net](http://www.gwec.net)
4. Африканская ассоциация ветроэнергетики (Африка): [www.afriwea.org](http://www.afriwea.org)

Ориентировочный список поставщиков технологий:

1. Vestas (Дания, глобальный): [www.vestas.com](http://www.vestas.com)
2. Aeolos Wind Turbine (Глобальный): [www.windturbinestar.com](http://www.windturbinestar.com)
3. Eveready-Kestrel (Южная Африка): [www.kestrelwind.co.za](http://www.kestrelwind.co.za)

## **Управление энергопотреблением и повышение эффективности**

Ориентировочный список исследовательских институтов/ организаций:

1. EPC Watch (Глобальная): <http://energyperformancecontracting.org>
2. Проект развития энергосбережения *Caribbean Hotel Energy Efficiency Action Project* (Карибский регион): [www.caribbeanhotelandtourism.com/CASTchenact.php](http://www.caribbeanhotelandtourism.com/CASTchenact.php)

Ориентировочный список поставщиков технологий:

1. Honeywell Building Solutions (Глобальный): <https://buildingsolutions.honeywell.com/Cultures/en-US>
2. Siemens Building Technologies (Глобальный): [www.buildingtechnologies.siemens.co.uk](http://www.buildingtechnologies.siemens.co.uk)
3. Self Energy Group (Европа и Африка): [www.selfenergy.eu](http://www.selfenergy.eu)

## **Катализаторы изменений в поведении**

Ориентировочный список исследовательских институтов/ организаций:

1. Интеллектуальный дом/ Интеллектуальная сеть: [www.smarthouse-smartgrid.eu](http://www.smarthouse-smartgrid.eu)
2. Консорциум *Smart Green Home Consortium* (Глобальный): <http://smartgreenhome.org>

Ориентировочный список поставщиков технологий:

1. Greenway Reality (Сингапур, Дания и США): [www.greenwavereality.com](http://www.greenwavereality.com)
2. Pacific Gas and Electricity Company (США): [www.pge.com](http://www.pge.com)

## **Централизованные энергетические услуги**

Предварительный список исследовательских институтов/ организаций:

1. MEA Централизованное водоснабжение и охлаждение (Международная): [www.iea-dhc.org](http://www.iea-dhc.org)
2. BSP – Nepal Bakhundole, Лалитпур, Непал: [www.bspnepal.org.np/introduction.htm](http://www.bspnepal.org.np/introduction.htm)
3. Секретариат энергетической хартии (Европа и Азия): [www.encharter.org](http://www.encharter.org)
4. Ассоциация централизованного теплоснабжения Чешской Республики (*ADH CR*): <http://www.tscr.cz/index.php>

Ориентировочный список поставщиков технологий:

1. Terra Humana Clean Technology Engineering Ltd (Hungary): [www.terrenum.net/cleancoal](http://www.terrenum.net/cleancoal)

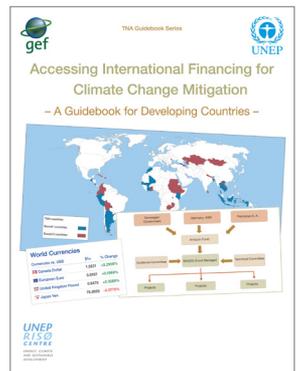
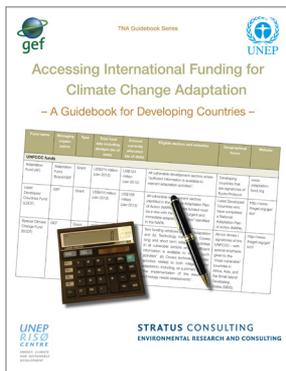
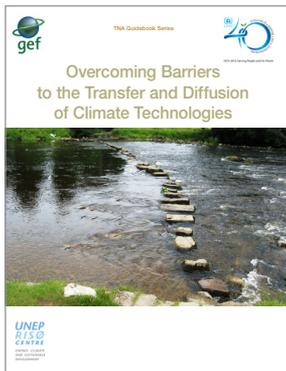
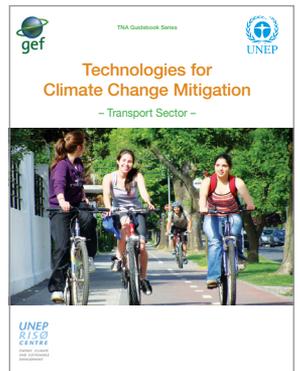
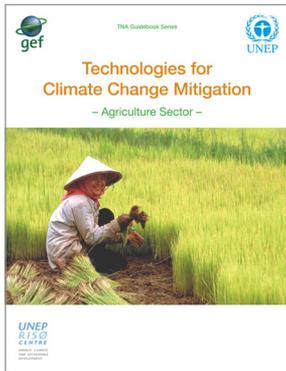
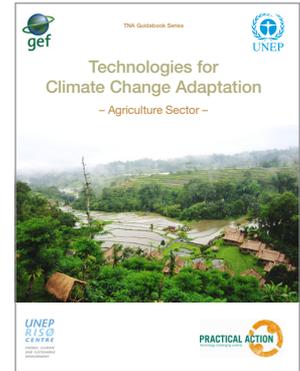
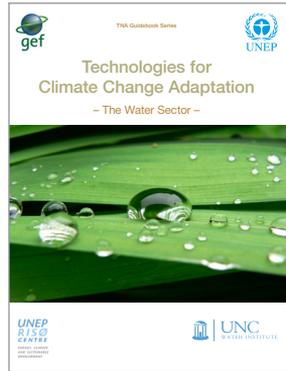
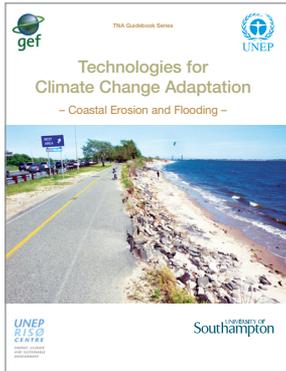
## **Экологический дизайн и практика деятельности устойчивых сообществ:**

Ориентировочный список институтов и сотрудничающих организаций:

1. Сообщества *BREEAM* (Великобритания UK): [www.breeam.org/page.jsp?id=117](http://www.breeam.org/page.jsp?id=117)
2. Глобальная сеть экопоселений (Глобальная): <http://gen.ecovillage.org>
3. Совет по экологическому строительству Австралии, Сообщества «Зеленая звезда» (Австралия): [www.gbca.org.au/green-star/green-star-communities](http://www.gbca.org.au/green-star/green-star-communities)
4. Зеленые сообщества (Южная Африка): [www.greencommunities.co.za/default.asp](http://www.greencommunities.co.za/default.asp)
5. Среда обитания для человечества (Международная организация): [www.habitat.org](http://www.habitat.org)
6. Экологический дизайн устойчивых сообществ, Университет Манитобы, Manitoba (Северная Америка): [www.arch.umanitoba.ca/sustainable/contents.htm](http://www.arch.umanitoba.ca/sustainable/contents.htm)
7. Совет по экологическому строительству США – сертификация строений по системе LEED в микрорайонах застройки (США и глобальная): [www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=148](http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=148)



# ПОСОБИЯ СЕРИИ «ОЦЕНКА ПОТРЕБНОСТЕЙ В ТЕХНОЛОГИЯХ»







В пособии описываются строительные технологии и принципы проектирования, способные значительно сократить выбросы парниковых газов и улучшить условия жизни и работы людей. Все технологии и практика по смягчению последствий изменения климата описаны доступным языком. Представлены также подходы к внедрению этих технологий. Пособие будет использоваться национальными рабочими группами по ОПТ. В состав таких групп входят участники из государственных, негосударственных организаций и частного сектора.

Координатор издания Др. Йорге Рогат. Автор пособия Др. Уинн Чи-Нгуен Кам при содействии других специалистов, работающих в секторе строительства. Используя свой опыт и знания архитектора, исследователя и международного координатора решений, работающего в области экологически устойчивой застроенной среды и изменения климата, автор представил взвешенный анализ технологий с точек зрения изменения климата и устойчивого развития.

Публикация представляет собой одно из руководств по адаптации и смягчению последствий изменения климата, подготовленных в рамках финансируемого ГЭФ проекта по оценке потребностей в технологиях (ОПТ). Проект выполнен ЮНЕП и Центром ЮНЕП *Risø* (URC) в 36 развивающихся странах.



**Центр ЮНЕП *Risø***  
**Датский технический университет (ДТУ)**  
<http://www.uneprisoe.org/>  
<http://tech-action.org/>