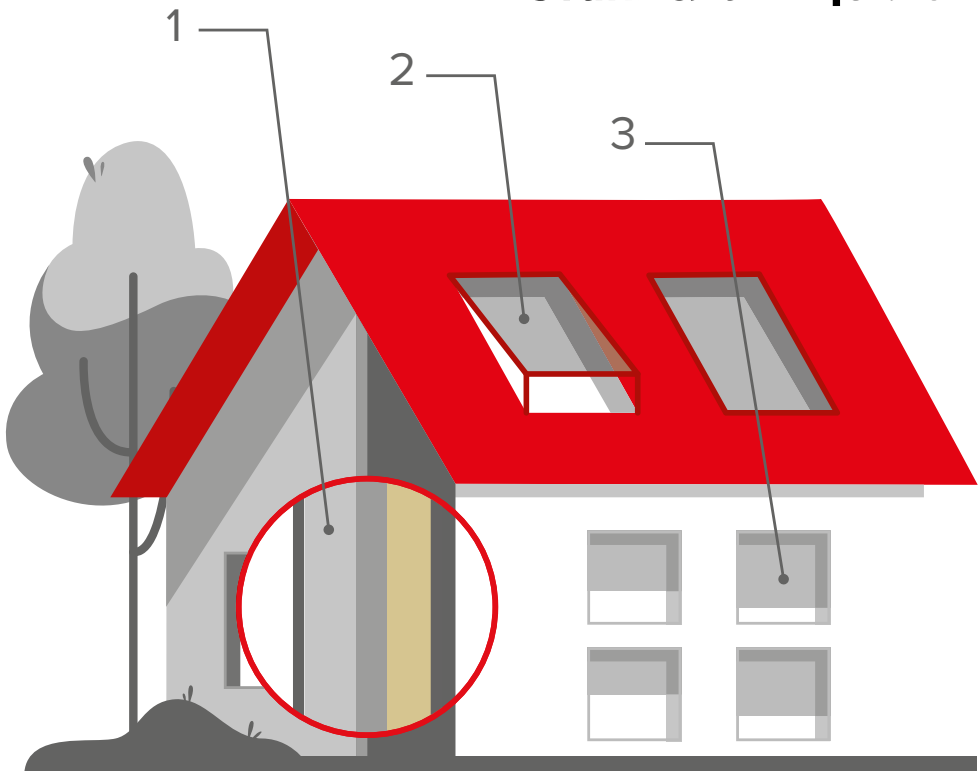


# ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГО- ЭФФЕКТИВНОГО ЗДАНИЯ

Станислав Щеглов



УДК 696/697:620.9  
ББК 38.711+65.441.353  
Щ33

**Щеглов, С.**

Щ33 Основы проектирования энергоэффективного здания / С. Щеглов. – М. : ООО «ТехноНИКОЛЬ Строительные Системы», 2021. – 114 с.

ISBN 978-5-9905638-5-8

В книге рассмотрены принципы проектирования и строительства энергоэффективных зданий. Выполнена сравнительная оценка влияния различных каналов потерь тепловой энергии на энергопотребление здания, а также возможные методы их оптимизации. Проведен сравнительный анализ эффективности использования различных энергосберегающих мер с точки зрения эффективности их применения.

Книга будет полезна специалистам строительных компаний и проектных организаций, студентам, обучающимся по направлениям «Строительство» и «Архитектура», аспирантам.

УДК 696/697:620.9  
ББК 38.711+65.441.353

ISBN 978-5-9905638-5-8      ООО «ТехноНИКОЛЬ Строительные Системы», 2021

## Содержание

1. Для чего необходимо улучшать тепловую защиту отапливаемых зданий? Мода это или необходимость? .....	4
2. Энергоэффективность и энергосбережение. Тождественны ли данные понятия? .....	7
3. Принципы проектирования и строительства энергоэффективного здания .....	13
4. Тепловой баланс здания .....	29
5. Виды и доли тепловых потерь в здании .....	35
6. Повышение тепловой защиты наружной оболочки здания .....	44
7. Выбор уровня теплозащиты светопрозрачных конструкций .....	51
8. Насколько оправданно применение терморазъемов (прерывание мостиков холода) .....	53
9. Однослойная или многослойная конструкция. Достоинства и недостатки .....	55
10. Насколько необходимо утеплять различные виды наружных ограждающих строительных конструкций .....	62
11. Оптимизация потерь тепла, связанных с необходимостью обеспечения кратности воздухообмена и инфильтрацией наружного воздуха .....	69
12. Обоснование выбранного подхода .....	72
13. Использование возобновляемых источников энергии в энергоэффективных зданиях .....	77
14. Стоит немного подождать, и зеленая энергетика станет намного дешевле традиционной .....	81
15. И все же... Тем, кто воспользуется благами зеленой энергетике, жить станет легко и просто .....	83
16. Окупаемость инвестиций, направленных на повышение энергосбережения отапливаемых зданий .....	83
17. Выбор источника теплоснабжения с точки зрения энергоэффективности .....	88
18. Как упростить решение задачи по проектированию энергоэффективного здания .....	95
19. Насколько сложен расчет энергопаспорта здания .....	101
20. Заключительные положения .....	103
Приложение .....	104

## 1. Для чего необходимо улучшать тепловую защиту отапливаемых зданий? Мода это или необходимость?

Тема энергосбережения и повышения энергетической эффективности отапливаемых зданий с каждым годом становится все более актуальной. В разных странах причины процесса могут различаться, но можно выделить две наиболее важные.

1. Политическая — энергетическая безопасность страны. В этой ситуации наблюдается дефицит энергоресурсов, который создает определенные риски для развития страны.
2. Экономическая — энергоемкость ВВП страны. В этой ситуации дефицита энергоресурсов нет, однако эффективность их использования находится на относительно низком уровне, что сказывается на энергоемкости производства промышленных товаров и услуг. Энергоемкость оказывает прямое влияние на себестоимость про-



Рис. 1

1. Для чего необходимо улучшать тепловую защиту отапливаемых зданий?  
Мода это или необходимость?

---

изводства, а это, в свою очередь, на конкурентоспособность экономики. Иными словами, проблем с наличием энергии нет, но энергетические затраты на производство продукции не позволяют стране обеспечить устойчивый спрос на продукцию как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

В любом случае, какова бы ни была причина, энергосбережение в современном мире становится задачей государственного масштаба. Страны вынуждены искать возможности сокращения потребления энергии, для того чтобы обеспечить больший ее запас. Ведь один из законов экономики гласит: чем меньше спрос, чем больше запас определенного товара или ресурса, тем меньше будут затраты на доступ к данному виду ресурса. Каким образом можно увеличить запасы? Либо производить новые единицы продукции, открывать новые месторождения, либо сократить потребление уже имеющихся запасов. Однако нельзя просто так, не предпринимая никаких дополнительных усилий, взять и сократить физическое потребление энергии, поскольку это окажет негативный эффект на темпы развития экономики страны, снизит эффективность промышленного производства, скажется на безопасности и качестве проживания людей в зданиях. Как же решить эту непростую задачу? Ответ напрашивается: надо повышать энергоэффективность. При успешном развитии энергоэффективности в стране выгодоприобретателями будут являться практически все — от государства до конечного потребителя. Следует четко разделять: выгода у каждого будет своя, можно сказать, уникальная: от снижения энергоемкости ВВП и повышения экспортного товарооборота (государство) до снижения затрат на производство различных товаров и услуг (промышленность), вплоть до снижения темпов роста затрат на услуги ЖКХ (население).

По этой причине говорить о том, что тема повышения энергоэффективности всего лишь модный тренд, больше не приходится. Это вынужденная необходимость. Повышение энергоэффективности жизненно важно для обеспечения устойчивого развития как государства, так и промышленности, бизнеса и населения. В известной многим с детства книге Льюиса Кэрролла «Алиса в Зазеркалье» диалог между Алисой и Черной Королевой хорошо описывает одно из необходимых условий движения вперед:

*— В нашей стране, — с трудом проговорила Алиса, все еще задыхаясь, — если куда-то кто-то бежит, да еще с такой скоростью и так долго, то обязательно куда-нибудь да прибежит.*

— *Какая медленная у тебя страна, — фыркнула Королева. — Здесь приходится бежать что есть мочи только для того, чтобы оставаться на месте, а уж если хочешь куда-нибудь передвинуться, придется бежать по меньшей мере вдвое быстрее.*

Знаменитая на весь мир книга была написана в конце XIX века! С тех пор темпы жизненного развития в мире многократно возросли. Аналогия и выводы очевидны.

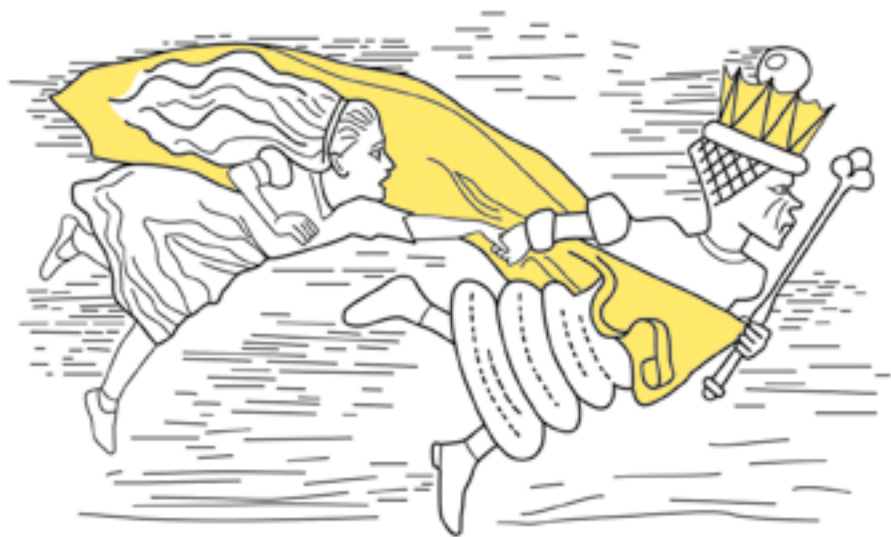


Рис. 2

## 2. Энергоэффективность и энергосбережение. Тожественны ли данные понятия?

Многим жителям нашей страны хорошо знакомы призывы государства экономить энергоресурсы, которые были широко распространены в советское время. Возможно, вы помните плакаты с надписями «уходя, гасите свет», «выключайте электроприборы», «экономьте электроэнергию» и многими другими.

Собственно, это и были элементы первой фазы развития системы сбережения энергетических ресурсов в нашей стране. На этой стадии необходимо было обращать внимание населения на важность задачи формирования и развития у потребителей естественной привычки к экономии и сбережению. В этом случае экономия достигается за счет осознанного бережливого отношения к энергии, ограничения ее потребления.

Однако высокого уровня энергосбережения таким образом не достичь. Дальнейшее развитие системы энергосбережения требует определенных денежных затрат, инвестиций. Тут начинается второй этап, в рамках которого требуется сокращение теплотребления за счет снижения потерь тепла через оболочку здания: утепления наружных ограждающих конструкций, замены окон на более энергоэффективные. Целевые характеристики строительных конструкций устанавливаются в зависимости от категории здания. В случае массового домостроения (жилые многоквартирные здания, общественные здания, здания бытового и производственного назначения) требования устанавливаются в национальных нормативных документах, посвященных теме энергосбережения. В Российской Федерации его роль выполняет свод правил «Тепловая защита зданий» СП 50.13330. Нормы, указанные в этом документе, должны выполняться безоговорочно, их исполнение контролируется соответствующими органами. На этапе проектирования здания контроль осуществляется органами государственной и негосударственной экспертизы. При невыполнении требований к энергосбережению проект возвращается на доработку. После окончания строительства соответствие фактических показателей энергосбережения проектным осуществляется органами государственного строительного надзора. Здание не получит разрешение на ввод в эксплуатацию при обнаружении несоответствий фактических значений проектным.

Каким же образом работает данный механизм в случае частного домостроения, для которого, согласно действующему законодательству Российской Федерации, он не является обязательным? Государство не вправе требовать от частного застройщика, планирующего строительство объекта недвижимости для собственных нужд, соблюдения требований энергосбережения, поскольку его дом не подпадает под действие нормативных требований. Иными словами, частный застройщик имеет законное право строить здание с энергопотреблением любого уровня. К сожалению, большинство частных застройщиков именно так и поступает. Поскольку нет ограничений по уровню энергопотребления, то на первый план выходят показатели комфорта, который в России часто определяется размером жилой площади на человека, высотой потолков, количеством и размером бытовых и вспомогательных помещений и т. д. Люди, привыкшие жить в домах массовой застройки 70-х, 80-х, 90-х годов, где эти параметры оставляли желать лучшего, стремятся восполнить нехватку того, что ранее было в большом дефиците: увеличить площадь комнат, размеры и количество окон, поднять потолки — одним словом, хотят построить свой собственный дом как можно больше.



Рис. 3



Мало кто из будущих домовладельцев задумывается о том, что все эти «улучшения» напрямую влияют на размер тепловых потерь здания при эксплуатации. Причем влияют в сторону увеличения энергопотребления. Из школьного курса физики всем должен быть хорошо известен закон сохранения энергии. Сколько энергии было израсходовано или потеряно, столько же и нужно восполнить с целью сохранения установленных параметров микроклимата. В случае с жилыми зданиями это поддержание температуры внутреннего воздуха на уровне 20 °С. Это минимально допустимое требование для температуры внутреннего воздуха в жилых помещениях. Если здание теряет слишком много тепловой энергии, то и отбор тепла из системы отопления будет соответствующим. Необходимо четко знать размер тепловых потерь здания с тем, чтобы мы могли подобрать набор мер, уравнивающих эти потери.

Простой пример. Вспомним, как работают рычажные весы. Выбрав нефасованный продукт в магазине, мы перед оплатой должны его сперва взвесить. Сейчас в торговле в основном используются электронные весы, и нам достаточно просто положить на них покупку. Лет 10–15 назад для этой цели использовали рычажные весы. Принцип



Рис. 4

определения веса на них очень прост. На одну чашу весов кладем товар, вес которого нужно определить, а на другую начинаем выкладывать гири, вес которых нам заранее известен. Положили гирю весом 1 кг, но товар на противоположной чаше все еще перевешивает. Значит, он весит более одного килограмма. Добавляем еще одну гирю весом 1 кг. Итого 2 кг. Ситуация изменилась, весы качнулись, но все еще недостаточно, чтобы стрелка весов показала положение равновесия. Значит, товар весит больше 2 кг, но разница в весе уже не так значительна. Кладем еще гирю весом 100 грамм — и о чудо! Стрелка весов встала ровно посередине шкалы. Это значит, что мы уравновесили вес товара с весом гирек, масса которых нам известна. Суммарный вес гирек будет равен общему весу товара.

Чем меньше будет вес взвешиваемого товара, тем меньшее количество уравновешивающих мер (гирек) нам потребуется. Возвращаясь от примера к зданию, мы логично приходим к выводу, что чем меньше размер тепловых потерь в здании, тем меньше будет энергопотребление здания. Использование различных методов и способов энергосбережения позволит снизить расходы на отопление. Сегодня существует огромный набор различных энергосберегающих мер. Какую из них выбрать? Что обеспечит максимальную эффективность? С чего начать? Насколько необходимо реализовывать тот или иной функционал? Вот далеко не полный перечень вопросов, с которыми сталкивается любой частный потребитель, принявший решение о необходимости снижения тепловых потерь своего здания.

Чтобы найти ответы на эти вопросы, необходимо рассмотреть здание как единую сбалансированную систему, работающую по принципу постоянного теплообмена с окружающей средой. Чем холоднее на улице, тем выше тепловые потери. Чем слабее теплозащитные характеристики внешней оболочки здания, тем выше его энергопотребление. Если на улице усиливается ветер, повышается влажность, а солнце надолго уходит за тучи, тепловые потери здания будут расти. А значит, будет расти и энергопотребление для поддержания заданных параметров микроклимата. Попытки исправить ситуацию без понимания целостной картины, скорее всего, не принесут желаемых результатов — либо результат будет существенно ниже ожидаемого. Почему? Необходимо четко разобраться в процессах теплообмена и принципах проектирования и строительства энергоэффективного здания.

## 2. Энергоэффективность и энергосбережение. Тождественны ли данные понятия?

Однако, возможно, вы заметили, что в современном мире вместо термина *энергосбережение* значительно чаще используется термин *энергоэффективность*. Что это — подмена понятий или синоним? Попробка запутать потребителя паутиной слов? Нет, ни то и ни другое. Энергоэффективность — это следующая стадия развития системы энергосбережения (по нашей классификации получается, что третья). В чем же разница между этими двумя понятиями? Цель повышения уровня энергосбережения — снизить физический расход тепловой энергии. Какими методами и с какой эффективностью, по большому счету, на данном этапе нас не сильно заботит. Основная задача — наработать массив энергосберегающих мер и технологий различного характера, типа и функционала. Только после того, как будут созданы и апробированы энергосберегающие технологии, доказана их работоспособность, можно переходить к следующему этапу — повышению энергоэффективности.

Чтобы проиллюстрировать разницу между энергосбережением и энергоэффективностью, возьмем простой пример. Предположим, расчеты энергетического паспорта здания демонстрируют возможность

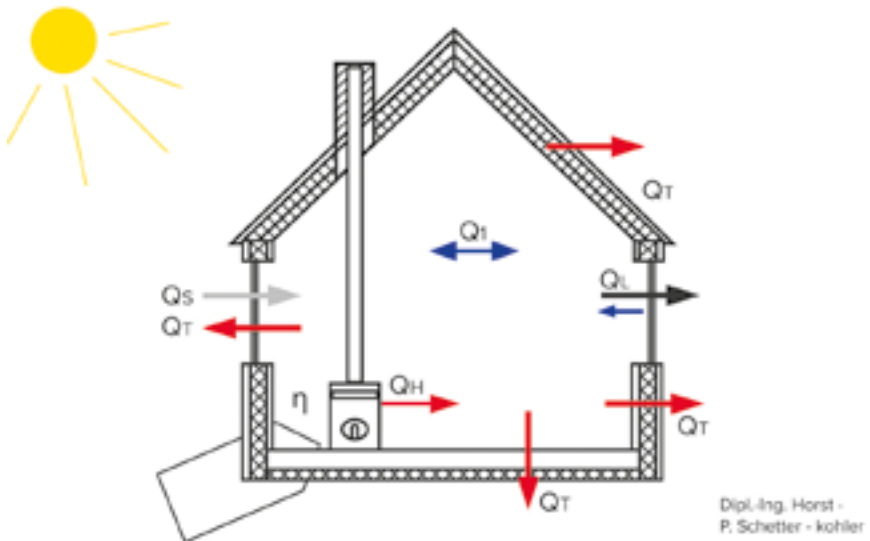


Рис. 5

снижения энергопотребления здания на одну и ту же величину за счет применения одной из двух энергосберегающих мер. Скажем, утепление внешних стен здания толщиной утеплителя по расчету соответствия требованиям теплозащиты с точки зрения сокращения расхода тепла на отопление может обеспечить точно такой же результат, как и замена светопрозрачных конструкций на более энергоэффективные. Нас по определенным причинам устраивает результат по снижению энергопотребления за счет применения одной (любой) из мер. Какую же из двух нам выбрать? Принять решение поможет как раз понятие энергоэффективности. Причем эффективности не теплофизической (ведь мы приняли условие, что обе меры обеспечивают одинаковый эффект с точки зрения энергосбережения), а финансовой. Все не так сложно: нам просто нужно соотнести эффект от применения энергосберегающей меры с теми финансовыми затратами, которые мы должны понести, чтобы данная мера начала работать. Что дороже: приобрести и смонтировать утеплитель или заменить окна? Тот вариант, который обеспечит наименьшие затраты при обеспечении одинакового результата (в нашем примере) или же даст наибольший эффект при одинаковых затратах, тот вариант и принято называть более энергоэффективным.

Итак, можно сделать вывод, что при переходе от понятия энергосбережения к понятию энергоэффективности мы обязаны учитывать не только энергетический аспект, но также и финансовый.