

ТЕПЛОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ

ИФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ТЕХНОЛОГИИ 4 · 96



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

- КОМИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И ИНЖЕНЕРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА СПб
- АКАДЕМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ТЕПЛОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
- ФОНД ПОДДЕРЖКИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КОМИТЕТА ЭКОНОМИКИ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ ПРАВИТЕЛЬСТВА СПб
- РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ "КОММУНАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА"
- АССОЦИАЦИЯ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА СОЮЗА РОССИЙСКИХ ГОРОДОВ
- САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА
- ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

*Номер посвящен Международной конференции
“Энергосбережение в городском хозяйстве
и промышленности”
(Санкт-Петербург, 10-12 декабря 1996 г.)*

*Публикуются материалы основных докладов
по технологическим, экономическим, нормативно-правовым
аспектам энергосбережения*

*В порядке обсуждения. Новое технологическое
оборудование на отечественном рынке*

Информация о предстоящих конференциях

Реклама

НОРМЫ И СТАНДАРТЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД*

В Федеральном Законе по энергосбережению и в Постановлении Правительства РФ [1] от 2 ноября 1995 г. в числе первоочередных мер по реализации потенциала энергосбережения рекомендованы такие, как разработка нормативов потребления теплоты и электроэнергии, создание и внедрение высокoeffективных теплоизоляционных материалов и строительных конструкций, что инициирует разработку новых нормативных требований.

Эти требования аналогичны тем, что установлены в других странах и регионах, и апробированы как очень эффективный путь снижения энергопотребления, увеличивая комфорт в зданиях и снижая их общую стоимость.

Известно, что общероссийские нормы не могут отражать все региональные особенности. Россия - одна из самых больших стран в мире, и продолжительность отопительного сезона в различных городах изменяется в соотношении 6:1 [2]. Поэтому общероссийские нормы должны содержать только основные базовые требования. Согласно СНиП 10-01-94 "Система нормативных документов в строительстве. Основные положения", в качестве базовых принимаются требования к потребительским свойствам здания. Потребительские характеристики отражают те качества здания, которые создают благоприятные условия жизнедеятельности человека. К таким характеристикам, с теплотехнической точки зрения относятся параметры тепловой комфорта в помещениях зданий и расход тепловой энергии в них на поддержание заданного микроклимата в течение отопительного периода. Региональные же особенности должны найти отражение в региональных нормах по энергетической эффективности.

Согласно существующего законодательства, региональные нормативы могут быть утверждены региональными администрациями без официального разрешения со стороны Министра России, если они не противоречат общероссийским нормативным документам.

Действующие нормы по строительной тепло-технике (СНиП II-3-79*, изд. 1996 г.) не имеют нормативов, ограничивающих общий расход тепловой энергии на отопление зданий. В связи с ростом требований по энергосбережению возникла необходимость в разработке принципов нормирования теплоэнергетических показателей здания.

Эта ситуация аналогична ситуации в США. Американские национальные стандарты применимы (или будут применены) к испытанию и серти-

фикации оборудования по отоплению, охлаждению, горячему водоснабжению, а также к определению теплоизоляционных свойств компонент, таких как окна. Федеральное правительство также устанавливает минимальные уровни энергоэффективности, по которым должны ориентироваться стандарты Штатов. В случае жилых зданий, Штаты могут выбрать требования для стандартов, которые ниже требований национальной модели; для общественных зданий (офисов, школ, зданий оптовой торговли, заводов, гражданских зданий и т.д.) стандарты Штатов должны быть по крайней мере не ниже энергосберегающих требований национальной модели. Фактические стандарты по энергетической эффективности зданий в США представляют пакет региональных стандартов, обычно на уровне Штатов, но иногда и на муниципальном уровне.

ЦЭНЭФ (Центр по эффективному использованию энергии, Россия) в содружестве с НРДС (Совет по защите природных ресурсов, США) и НИИСФ при поддержке Американского Агентства по защите окружающей среды разработал проект модели Региональных Норм для Российской Федерации по энергетической эффективности в зданиях. Разработка модели региональных нормативных документов, в соответствии с этим документом, должна быть основана на следующих этапах исследований и мероприятий по реализации после их утверждения региональной администрацией:

- изучение структуры энергетического баланса и строительной индустрии региона;
- анализ конструктивных решений зданий массового строительства, нашедших или ожидаемых к широкому применению в практике строительства региона;
- оценка уровня энергопотребления различных типов зданий региона - как уже построенных, так и тех, которые могут быть построены с ожидаемым улучшением компонент или проектов;
- собственно разработка региональных норм на основе планируемого уровня энергобеспеченности строительного сектора и особенностей региональной строительной индустрии;
- разработка рекомендаций по конструктивным решениям наружных ограждающих конструкций с повышенным уровнем теплоизоляции;

* Доклад был представлен на Международном Симпозиуме в Челябинске

- разработка рекомендаций по применению энергоэффективных систем обеспечения микроклимата;
- разработка принципов теплотехнического проектирования зданий с эффективным использованием энергии с включением в состав проекта разделов: "Энергосбережение", "Энергетический паспорт", "Вариантное сравнение предложенных решений";
- разработка проектной документации в соответствии с новыми требованиями регионального стандарта;
- освоение производства изделий с высокими теплотехническими свойствами - стековых панелей, окон, теплоизоляционных влагостойких материалов, приборов автоматического регулирования, контроля и учета тепловой энергии, теплообменников и другого эффективного оборудования, обеспечивающие теплоснабжением;
- проведение экспериментального строительства объектов с высокими показателями энергоэффективности для обследования и оценки качества изделий и проектных решений с последующей корректировкой проектной документации;
- переход в регионе на массовое строительство зданий с эффективным использованием энергии, а также на реконструкцию зданий в соответствии с региональным стандартом.

Два региона - Челябинский и Ростовский - уже изъявили желание доработать совместно с ЦЭНЭФ/NRDC эту модель применительно к специфическим климатическим, конструктивным и энергетическим особенностям своих регионов. Тула и Кострома также включили в свои программы по энергосбережению разработку подобных нормативов.

Разработанный проект модели Региональных Норм [3] учитывает специфические конструктивные и климатические особенности регионов, не противоречит требованиям федеральных нормативных документов и содержит равные или более жесткие требования, чем федеральные стандарты. Этот документ представляет собой Проект региональных норм, которые предназначены для привязки к конкретному региону и последующего утверждения и внедрения региональной администрацией.

Основной принцип построения данного нормативного документа заключается в установлении **главных требований, основанных на потребительских свойствах объекта (здания)**. Способы достижения этих требований предоставляется выбирать проектировщику. Это дает ему свободу в достижении поставленной цели и получение окончательного результата более рациональным путем, зависящим от климатических, энергетических и строительных особенностей региона, для которого проектируется здание.

В основу модели Региональных Норм положен новый показатель — **удельное энергопотребление здания** в течение отопительного периода [4]. При этом определяется энергетическая эффективность всего здания, включая теплозащиту и систему теплоснабжения. Это дает проектировщику большую гибкость в выборе компонент конструкций для достижения общей цели. Но поскольку такая гибкость может сопровождаться достижением заданного энергопотребления за счет снижения теплового комфорта, концепция норм предусматривает специальные требования к **тепловому комфорту**.

Следуя этим двум основным требованиям - ограничению общего энергопотребления здания и обеспечению адекватного теплового комфорта, - устанавливаются нормативные требования к теплозащитным показателям здания путем:

- **системного** (потребительского) подхода, рассматривая здание как единую энергопотребляющую систему [5] с заданным энергопотреблением;
- **показательного** (предписывающего) подхода, при котором различные элементы и соединения ограждающей оболочки здания обеспечивают требуемый комфорт.

Стандарты, предлагающие выбор между этими двумя методами, оказались очень эффективными в Штате Калифорния, и были одобрены ASHRAE в стандартах 90.1 и 90.2.

Для внедрения системного подхода предложено принять норматив удельных энергозатрат на отопление или охлаждение здания, для которого определяют теплозащитные свойства совокупности ограждающих конструкций или оболочки здания. Удельный расход тепловой энергии на отопление здания, измеряемый в Вт.ч/(м². °С.сут), определяется как количество теплоты, потребленной за отопительный период в расчете на 1 м² общей стапливающей площади здания и расчетных значениях градусо-суток, рассчитываемые как произведение разности температуры внутреннего воздуха и средней температуры наружного воздуха за отопительный период на его продолжительность. Доказательство универсальности этого показателя в условиях России приведено в работах [6, 7].

Анализ показал, что в среднем по России на нужды отопления жилых зданий от централизованных источников энергии расходуется 425 кВт.ч/(м².год), что охватывает около 80 % зданий. Если отнести этот показатель к среднему по России количеству градусо-суток, равному 5000, то получим 85 Вт.ч/(м². °С.сут). Аналогичные данные по зарубежным странам выглядят следующим образом: ФРГ — 260 кВт.ч/(м². год), 3163 градусо-суток, 82 Вт.ч/(м². °С.сут); США — 120, 2700, 44.4; Швеция — 135, 4017, 33.6 соответственно. Очевидно, что по сравнению с данными для США и Швеции Россия отстает более, чем в два раза.

Эффективность (устойчивость) предлагаемого показателя иллюстрируется табл. 1 на примере

Таблица 1.

**Удельные расходы теплоты q в здании за отопительный период
(на примере 9-этажного здания серии 60-030)**

Города	Удельный расход теплоты	
	кВт.ч/м ²	Вт.ч/(м ² . °С.сут)
Верхоянск	467	38
Якутск	393	37
Омск	256	39
Самара	195	39
Астрахань	139	41
Краснодар	100	40

СНиП II-3-79* (изд. 1995 г.) - 1 этап внедрения.

жилого 9-ти этажного здания серии 60-030, запроектированного согласно первому этапу СНиП II-3-79* (изд. 1995 г.) и подключенного к системе централизованного теплоснабжения в городах Верхоянске, Якутске, Омске, Самаре, Астрахани и Краснодаре.

С целью определения соответствия предлагаемых нормативов существующими нормативными требованиями были выполнены расчеты [1] с использованием требуемых значений сопротивления теплопередаче и воздухопроницаемости ограждающих конструкций по первому этапу внедрения СНиП II-3-79* (изд. 1995 г.). Для расчетов были выбраны 10 типовых проектов многоэтажных зданий: два 5-этажных, три 9-этажных и по одному 12-, 14-, 16-, 17- и 22-этажному зданию. Были получены 3020 величин удельного расхода тепловой энергии. Результаты были подвергнуты статистической обработке на ЭВМ следующим образом. Был выбран интервал 5 Вт.ч/(м². °С.сут), величины удельного энергопотребления были сгруппиро-

Рисунок 1.



потребление в течение отопительного периода не будет превышать значений целевой функции, приведенных в табл. 2.

Нормативные значения этой целевой функции могут быть также установлены по балансу энер-

Таблица 2.

Максимальный уровень удельного энергопотребления зданий q_0

Этажность здания	1-2	3-4	5-9	10 и более
Удельное энергопотребление q_0 , Вт.ч/(м ² . °С.сут)	85	70	55	50

ваны в порядке возрастания, на основе чего и была построена гистограмма (рис. 1) распределения числа случаев удельного энергопотребления.

В результате обработки данных по зданиям различной этажности были вычислены и испытаны значения максимальных целевых уровней удельного энергопотребления, соответствующие первому этапу внедрения теплозащиты по СНиП II-3-79* (изд. 1995 г.) (табл. 2). Стандартные величины этой целевой функции основаны на СНиП II-3-79* и на проекте величин эффективностей систем отопления.

Проект здания, согласно модели Региональных Стандартов, будет удовлетворять требованиям данных норм, если рассчитанное удельное энерго-

гетических ресурсов региона по состоянию на 1995 г. и по прогнозу на 2000 г. Расчеты производятся по методике планирования наименьших затрат, экономического воздействия и технологического потенциала строительной индустрии. В связи с этим проведенные в табл. 2 величины могут быть изменены при привязке стандарта к конкретному региону.

В табл. 3 представлен анализ этого показателя на примере трех климатических зон США по данным исследования [8], проведенного в 1978 г. Здесь отражены результаты энергопотребления в 1975-1976 г.г. в 12500 односемейных и 45000 многоквартирных зданиях в трех климатических зонах со средним количеством градусо-суток, равным: для

**Удельное энергопотребление жилых зданий на отопление
в трех климатических зонах США**

Таблица 3.

Тип здания	Удельное энергопотребление на отопление, Вт.ч/(м ² , °С.сут), для климатического района		
	I	II	III
Многоквартирные здания	47,1	50	49
Одноквартирные блокированные здания	52,7	49	53,8
Односемейные индивидуальные здания	75,4	65,4	77,7

I зоны - более 3889 (°С.сут), для II зоны - 3472 (°С.сут) и для III зоны - 1667 (°С.сут). Как и в условиях России [7], очевидна также независимость этого показателя от климатических условий США.

В табл. 4 представлена классификация зданий ФРГ по энергетической эффективности, приведенная в работе [8].

При сравнении предложенных нормативов удельного энергопотребления (табл. 2) для модели Регионального Стандарта видно, что указанные величины имеют те же значения, что в США и ФРГ. Следует отметить, что в среднем по России на нужды отопления существующих жилых зданий от централизованных источников энергии расходуется 85 Вт.ч/(м², °С.сут), что несколько лучше старых зданий в ФРГ.

Требования к комфорtnому микроклимату для нормальной жизнедеятельности человека как внут-

ному энергопотреблению q_o , когда приведенное сопротивление теплопередаче одной группы ограждений (включающей отдельные виды из совокупности стен, окон, перекрытий, покрытий, фонарей) может быть снижено (т.е. иметь меньшее теплоизоляции), в то время как другой группы ограждений, включающей оставшиеся виды совокупности ограждений, может быть увеличено, приводя в результате к эквивалентным общим теплопотерям для всей наружной оболочки здания. Указанное снижение ограничено требованиями по комфорту.

Предписывающие требования к оболочке здания представляют более легкий путь для достижения требуемой энергетической эффективности. Если каждое из отдельных ограждений удовлетворяет предписанным требованиям по сопротивлению теплопередаче и воздухопроницаемости, то

Таблица 4.

Классификация зданий ФРГ по энергетической эффективности

№ № пн	Тип здания	Удельное энергопотребление на отопление, Вт.ч/(м ² , °С.сут)
I	Старые здания	95-126
II	Новые здания по действующим в ФРГ нормам	47-63
III	Энергоэффективные здания сегодня	16-25
IV	Энергоэффективные здания в будущем	6,5-12,5

ри зоны обитания, так и на ее границах [10, 11] обеспечиваются соответствующим сочетанием уровней подаваемой в здание тепловой энергии и его теплозащиты. Поэтому здание рассматривается как единая энергетическая система, обеспечивающая определенные расходы энергии на отопление при обязательном создании комфортных условий. Выбор уровня энергопотребления здания возможно регламентировать системным и поэлементным нормированием теплозащиты здания и эффективностью систем поддержания микроклимата.

На рис. 2 представлена структура Регионального Стандарта. Оболочка зданий должна быть запроектирована либо в соответствии с общими потребительскими требованиями, либо согласно:

а) предписывающих требований к оболочке здания, или

б) системным требованиям [12] к оболочке здания и системам теплоснабжения.

Общие потребительские требования к оболочке здания, изложены выше. Эта процедура позволяет удовлетворить требованиям Стандарта по удель-

проект здания будет удовлетворять этому Стандарту. Когда одна или более ограждающих конструкций не удовлетворяют по элементным требованиям, то должна быть выбрана другая возможность.

Третья возможность - **совместное проектирование оболочки здания и механических систем**, где энергоэффективность может быть достигнута за счет баланса уровня теплозащиты и теплопоступлений от систем отопления и вентиляции: либо за счет оболочки здания, либо за счет этих систем, компенсируя избыточные теплопотери эффективностью систем.

Модель Регионального Стандарта содержит требования по проверке энергетических параметров на стадиях проектирования и строительства и после его годичной эксплуатации (рис. 2). С целью удовлетворения этим требованиям, энергетические параметры сертифицируются и документируются. Эта сертификация также обеспечивает основу для установления экономических преимуществ вследствие энергосбережения и поощрения эффективного использования тепловых и энерге-

тических ресурсов в строительном производстве на всех уровнях. Сертификация может дополнить эту цель разнообразными путями. Во-первых, установление теплоснабжающими или другими организациями стимулов для достижения пониженного нормируемого уровня энергопотребления. В Москве такие стимулы предусмотрены в форме пониженного тарифа для зданий с эффективным использованием энергии, в Штате Калифорния - в форме возврата денег местной энергоснабжающей компанией для более энергоэффективного проекта. Во-вторых, если рынок недвижимости предполагает энергетический сертификат, здания с сертифицированным более высоким уровнем энергетической эффективности окажутся наиболее цепными.

Для практической реализации этого предложения лучше всего иметь документ, объединяющий три ключевых аспекта внедрения энергетической эффективности: доказательство соответствия проекта нормативным требованиям, контроль энергоэффективности в процессе строительства и эксплуатации и, наконец, поощрение владельцев зданий к энергетической эффективности. Кроме того, важнейшим моментом внедрения энергетической эффективности зданий является энергетическая оценка значительной части фонда эксплуатируемых зданий. Известно, что в настоящее время по эксплуатируемым жилым и общественным зданиям России такие данные отсутствуют. С этой целью в модели Регионального Стандарта предусмотрен Энергетический Паспорт Здания [13], который разработан в форме электронных таблиц программного обеспечения EXCEL. Описание Энергетического Паспорта Здания приведено в статье [14].

Существующая практика помесячной (за прошедший период) оплаты тепловой энергии в жилых зданиях производится муниципальными органами, согласно Методических указаний Комитета РФ по муниципальному хозяйству [15], расчетным путем по среднемесячным данным измерений температур наружного воздуха на метеостанции региона или города. Проведенная в Указаниях методика расчета дает завышенные величины тепловой энергии (Самойлук В.И.). Анализ данных измерений теплосчетчиком фактического энергопотребления в зданиях различных регионов страны показал расхождение между расчетными и измеренными величинами теплопотребления более чем в два раза. Благодаря этому происходит оплата за не поставленную тепловую энергию. Поскольку жильцы в зависимости от региона оплачивают от 25 до 40 % тепловой энергии, то остальная часть доплачивается из регионального бюджета. Естественно, что муниципальные органы заинтересованы в сокращении этой дотационной части регионального бюджета, а это немалые деньги. Так, например, в бюджете г. Челябинска 80 % составляет доплата за тепловую энергию.

В модели Регионального Стандарта предложе-

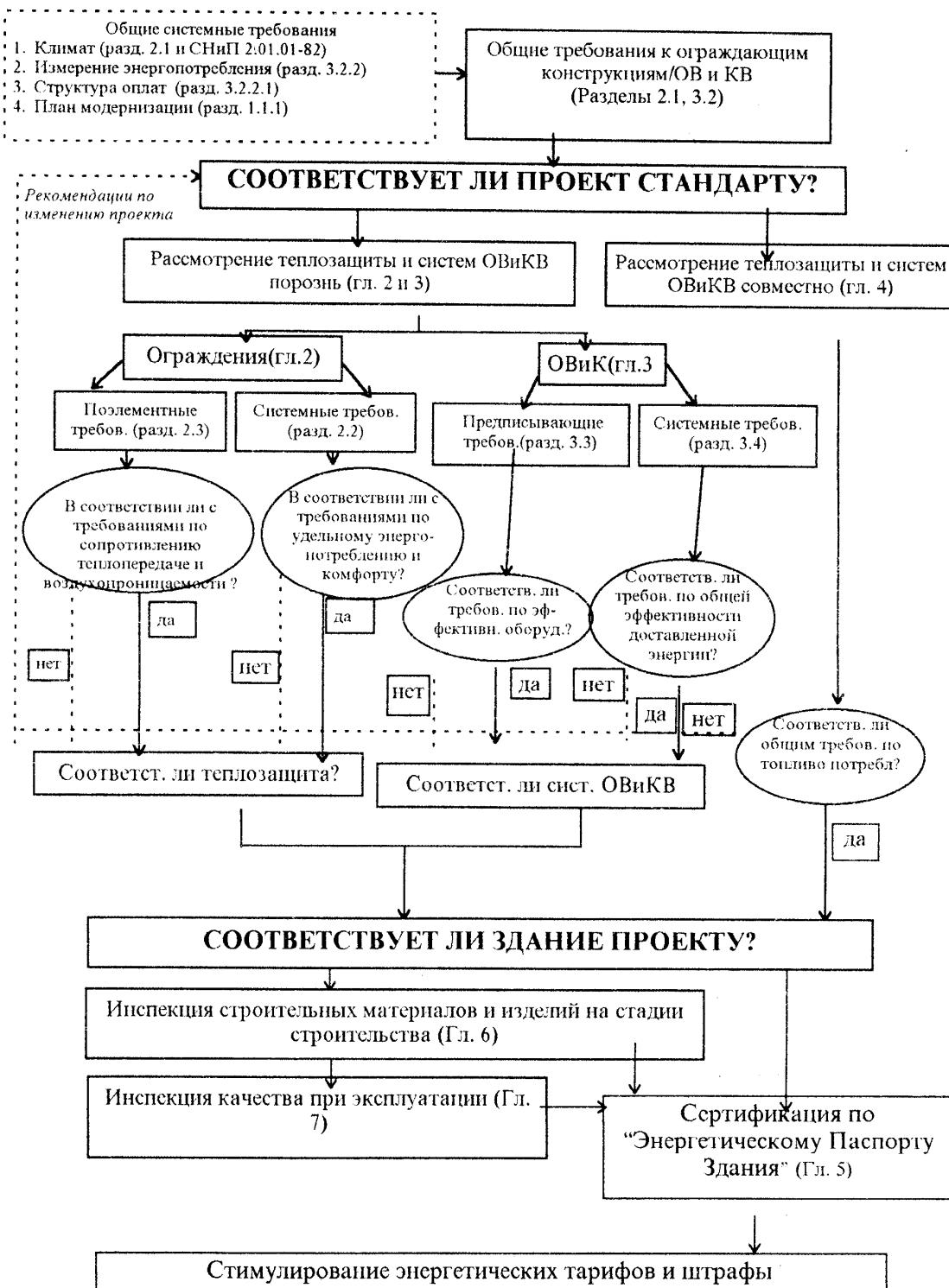
на методика расчета ежемесячного энергопотребления эксплуатируемого здания с использованием данных метеостанции региона, которая расчетным путем определяет более близкие (расхождение не более 20 %) к измеренным величины энергопотребления. При утверждении Стандарта в регионе и использовании этой методики появится возможность более точного учета тепла от теплоснабжающей организации и будут сэкономлены значительные средства.

Хорошим примером реализации предложенных нормативов являются московские нормы по энергосбережению в зданиях (МГСН) [16], утвержденные в 1994 году, где норматив удельных энергозатрат был установлен на основе баланса энергоресурсов Москвы с учетом прогноза на будущие пять лет по американской методике наименьших затрат, а также возможных экологических и экономических последствий и технического потенциала московской строительной индустрии. Численные значения норматива удельных энергозатрат на отопление зданий в течение расчетных значений отопительного периода были равны 275 кВт.ч/м² для многоэтажных зданий и 400 кВт.ч/м² для односемейных. На основе этих данных впервые в отечественной практике были установлены нормативные значения для приведенного коэффициента теплопередачи зданий с эффективной теплоизоляцией.

Разработанные нормативы потребовали структурной перестройки строительной индустрии Москвы путем перехода к зданиям с эффективными теплоизоляционными материалами, и к настоящему времени накоплен положительный опыт их внедрения. По каждому Домостроительному комбинату (ДСК) Москвы были своевременно утверждены мероприятия по переходу на ограждающие конструкции с повышенными теплозащитными свойствами. В частности, ДСК-4 при производстве стеновых панелей дома Пд-4 перешел на трехслойные конструкции. ДСК-1 начал выпускать опытные трехслойные панели также в соответствии с МГСН. Для ДСК-3 разработаны однослойные панели с применением поризованного керамзито-вермикулитобетона. В московском районе Жулебино начато строительство коттеджей из сверхлегких панелей из пенополистиролбетона. Также в Жулебино заканчивается строительство трех малоэтажных жилых зданий с применением наружной теплоизоляции из минеральной ваты.

Анализ показал, что переход на многослойные конструкции вдвое выгоден, если сопоставить теплозащитные характеристики и существующие в Москве стоимости материалов для одного кв. м стены, возведенной по прежним и московским нормативам. При переходе на многослойные конструкции с эффективным утеплителем по сравнению с однослойным теплозащита возрастает в два раза, а стоимость затрачиваемых материалов при этом снижается почти в два раза.

Рисунок 2.



Апробирован путь изыскания финансовых средств в регионах для внедрения региональных нормативов. Например, в Туле на основании Федерального Закона об энергосбережении в целях повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и создания необходимых условий для перевода экономики области на энергосберегающий путь развития разработана программа по энергосбережению. Согласно этой программе, выпущены акции энергосберегающего комплекса, средства от продажи которых были направлены на энергосбережение и, в частности, выделены двум заводам железобетонных изделий для перехода на производство трехслойных панелей с повышенной теплозащитой.

В заключении следует отметить, что **наиболее важными для регионов** авторам представляются **два главных преимущества** предлагаемого Стандарта:

Первое преимущество заключается в стандартизации потребительских свойств здания. Это позволяет достигнуть снижения энергопотребления, используя различные технические возможности - как по увеличению теплозащиты, так и по улучшению систем ОВ и КВ. Улучшение ограждающих конструкций особенно повышает комфорт жильцов,

проживающих в зданиях. Полное внедрение мероприятий по увеличению эффективности приведет к лучшему использованию мощности системы теплоснабжения и к снижению потребности в топливе, снижению или ограничению недотопа в середине зимы.

Второе преимущество состоит в использовании Энергетического Паспорта Здания, по которому осуществляются расчеты за потребленную тепловую энергию, что позволяет более точно рассчитывать ежемесячное энергопотребление эксплуатируемого здания.

Авторы располагают большим опытом по разработке региональных норм и предлагают свое сотрудничество по созданию проектов региональных норм и стандартов по теплозащите зданий и системам их теплоснабжения. Такие Региональные Стандарты могут быть разработаны в ответ на Закон РФ "Об энергосбережении" под общим названием "ЗДАНИЯ С ЭФФЕКТИВНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ".

Применение Региональных Стандартов обеспечит энергосбережение в регионах до 40-50 % и приведет к существенной - до 40 % - экономии бюджетных средств на дотацию тепловой энергии.

Литература:

- "О неотложных мерах по энергосбережению". Постановление Правительства России № 1087 от 2 ноября 1995 г.
- See ASHRAE draft Standard 90.1R, Appendix A, March 1996.
- "Энергетическая эффективность в зданиях. Региональные нормы по теплозащите и теплоснабжению зданий". Модель Регионального Стандарта для регионов Российской Федерации, ЦЭНЭФ-НРДС, 1996.
- Матросов Ю.А., Бутовский И.Н., Гольдштейн Д. Новая концепция нормирования теплозащиты зданий // Бюллетень ЦЭНЭФ, 1994, № 5.
- Табунников Ю.А. и др. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий и сооружений. М., 1986.
- Матросов Ю.А., Бутовский И.Н. Нормирование теплотехнических характеристик зданий с эффективным использованием энергии // АВОК. 1995, № 5/6.
- Матросов Ю.А., Бутовский И.Н., Бродач М.М. Здания с эффективным использованием энергии (Новый принцип нормирования) // АВОК. 1996, № 3/4.
- "Energy performance standards for new buildings", U.S. Department of Housing and Urban Development, 1978.
- Gertis K. Realistische Betrachtung statt ideologisierte Wunsche Niedrigenergie — oder Niedrigentropiehäuser?, Die andere Zeitung CCI 29 H.4, (1995).
- Богословский В.Н. Строительная теплофизика.- М., 1982.
- Матросов Ю.А.. Бутовский И.Н. Поэлементное теплотехническое нормирование ограждающих конструкций // Жилищное строительство, 1995, № 12.
- Норфорд Л., Оппиц М. Совместное проектирование оболочки здания и механических систем.- V съезд АВОК, 1996.
- Матросов Ю.А., Бутовский И.Н., Гольдштейн Д. Энергетический паспорт здания // Бюллетень ЦЭНЭФ, 1996, № 11.
- Бутовский И.Н., ЧАО М., Хоган Д. Энергетический паспорт здания - главный фактор оценки энергоэффективности зданий в регионах России.- V съезд АВОК, 1996.
- Методические указания по определению расходов топлива , электроэнергии и воды на выработку тепла отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий.- М., 1994.
- Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепло-, водо-, электроснабжению, МГСН 2.01-94.- М., 1994.