



## Опыт проектирования и строительства энергоэффективных зданий в г. Волгограде

С. В. Корниенко <sup>1</sup>

ФГБОУ ВПО Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 400074, Россия, Волгоград, Академическая, 1.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ	История	Ключевые слова
УДК 697.133	Подана в редакцию 17 сентября 2013 Оформлена 30 ноября 2013 Согласована 30 ноября 2013	энергосбережение; энергоэффективность; тепловая защита; ограждающие конструкции; опыт проектирования.

### АННОТАЦИЯ

Статья посвящена решению актуальной проблемы — энергосбережению и повышению энергоэффективности зданий. Выполнено обобщение регионального опыта проектирования и строительства энергоэффективных зданий. Затрагиваются архитектурно-планировочные, конструктивные и инженерно-технические аспекты проектирования зданий. Разработан комплекс энергосберегающих мероприятий, реализованный в проектах зданий. Выполнена оценка теплозащиты и энергоэффективности зданий согласно требованиям актуализированной редакции СНиП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий».

На основе проведенных расчетов определены классы энергосбережения зданий. Оценка энергоэффективности зданий выполнена с учетом климатических условий района строительства, выбранных объемно-планировочных решений, ориентации здания, теплозащитных свойств ограждающих конструкций, принятой системы теплоснабжения, а также применения энергосберегающих технологий. Полученные результаты способствуют повышению качества проектирования зданий.

### Содержание

1. Введение	22
2. Обзор литературы	22
3. Постановка задачи	22
4. Описание исследования	22
4.1. Проект «Многоэтажный жилой дом со встроенными помещениями и подземной автостоянкой» [17]	24
4.2. Проект «Многоэтажный жилой дом со встроенными помещениями» [18]	26
4.3. Проект «Административный комплекс» [19]	28
5. Заключение	30

1

Контактный автор:  
+ 7 (988) 491 2459, svkorn2009@yandex.ru (Корниенко Сергей Валерьевич, к.т.н., доцент)

## 1. Введение

Одним из приоритетных направлений развития науки и техники в Российской Федерации является энергоэффективность и энергосбережение. В современной архитектуре и строительстве это может быть достигнуто путем совершенствования архитектурно-планировочных решений, применения наружных ограждающих конструкций оболочки здания с необходимым уровнем теплозащиты, внедрения эффективных систем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях, применения возобновляемых источников энергии, повышения качества проектирования зданий.

## 2. Обзор литературы

В разработку энергетической концепции проектирования зданий большой вклад внесли Богословский В. Н. [1], Табунщиков Ю. А. [2], Савин В. К. [3], Гагарин В. Г. [4], Ананьев А. И. [5], Матросов Ю. А. [6], Gertis K. [7] и другие ученые [22 - 24]. Решению проблемы гармонизации отечественной нормативной базы по теплозащите и энергоэффективности зданий посвящены работы [2, 4, 6]. Исследование теплозащитных свойств и долговечности наружных ограждающих конструкций отражено в работе [5]. Оценка влияния уровня теплозащиты ограждающих конструкций на потери тепловой энергии в здании приведена в работе [8]. В работе [9] дан обзор моделей теплового комфорта в зданиях. Работа [10] посвящена проблеме повышения энергоэффективности эксплуатируемых зданий. Исследованию процессов тепловлагопереноса в ограждающих конструкциях зданий посвящены работы [11, 12]. Большое внимание уделяется построению интегрированных моделей переноса влаги, тепловой энергии и воздуха в ограждающих конструкциях [13, 14] для изучения свойств новых строительных материалов и конструкций.

## 3. Постановка задачи

*Цель* данной работы — обобщение регионального опыта проектирования и строительства энергоэффективных зданий.

Из поставленной цели вытекают следующие *задачи*:

- показать опыт проектирования и строительства энергоэффективных зданий различного функционального назначения в г. Волгограде;
- выполнить оценку теплозащиты и энергоэффективности зданий в соответствии с требованиями актуализированной редакции СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» (СП50.13330.2012).

## 4. Описание исследования

Основные требования по теплозащите и энергоэффективности зданий отражены в актуализированной редакции СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» (СП 50.13330.2012) [15]. Согласно п. 5.1 норм *теплозащитная оболочка здания* должна отвечать следующим требованиям:

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений (позлементные требования);

б) удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (комплексное требование);

в) температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).

Требования тепловой защиты здания будут выполнены при одновременном выполнении требований а), б) и в).

Наряду с требованиями по теплозащите в нормах отражены требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий и установлены классы энергосбережения жилых и общественных зданий (п. 10 СНиП).

Для повышения качества проектирования зданий автором разработан программно-вычислительный комплекс «Энергоэффективность и тепловая защита зданий (ЭНТЕЗА)» [16]. Программно-вычислительный комплекс «ЭНТЕЗА» включает пять базовых компьютерных программ, с помощью которых решаются следующие основные задачи:

- azoleментная оценка теплотехнических свойств ограждающих конструкций согласно СНиП 23-02-2003 на основе комплексного расчета сопротивлений теплопередаче, воздухо- и паропрооницанию ограждающих конструкций, теплоустойчивости, теплоусвоения поверхности полов;

- автоматизация работы по составлению теплоэнергетического паспорта здания согласно СП 23-101–2004;
- расчет нестационарных одно-, дву- и трехмерных температурных полей неоднородных участков ограждающих конструкций для многофакторной оценки нелинейных тепловых процессов различной интенсивности;
- оценка температурно-влажностного режима на основе разработанного автором метода расчета совместного нестационарного влаготеплопереноса в трехмерных областях ограждающих конструкций зданий;
- расчет энергозатрат на эксплуатацию здания за отопительный период, включая затраты на отопление, горячее водоснабжение, электроснабжение для оценки энергоэффективности зданий.

Более подробное описание программно-вычислительного комплекса «ЭНТЕЗА» приведено в монографии [16].

Все разработанные автором компьютерные программы, включенные в программно-вычислительный комплекс «ЭНТЕЗА», зарегистрированы в Реестре программ для ЭВМ Федерального института промышленной собственности и использованы при проектировании объектов различного функционального назначения на территории г. Волгограда, Волгоградской области и других регионов России.

В данной статье рассмотрены проекты зданий различного функционального назначения. Проекты рассматриваемых зданий разработаны фирмой ООО «Универсалпроект». Теплоэнергетическое сопровождение проектов, включая разработку энергетических паспортов, выполнено автором [17—19].

Расчетные условия для указанных зданий приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Расчетные условия**

Расчетный параметр	Расчетное значение
Расчетная температура внутреннего воздуха, °С	+20
Расчетная температура наружного воздуха, °С	–25
Средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С	–2,4
Продолжительность отопительного периода, сут/год	177
Градусосутки отопительного периода, °С·сут/год	3965

Геометрические показатели зданий определены в соответствии с проектной документацией.

Выбор отдельных ограждающих конструкций зданий обоснован теплотехническим расчетом.

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций и температуры на внутренней поверхности выполнен на основе трехмерных температурных полей с применением программно-вычислительного комплекса «ЭНТЕЗА» [16].

Расчет удельной теплозащитной характеристики здания выполнен согласно *приложению Ж* СП 50.13330.2012.

Минимально допустимая температура на внутренней поверхности ограждающих конструкций принята равной точке росы при температуре внутреннего воздуха 20 °С и относительной влажности 55 %.

Расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий выполнен с учетом трансмиссионных потерь теплоты через оболочку здания, потерь теплоты за счет вентиляции и инфильтрации воздуха, бытовых тепловыделений, теплоступлений в здание от солнечной радиации согласно *приложению Г* СП 50.13330.2012.

Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий определена в зависимости от типа и этажности здания согласно *таблице 14* СП 50.13330.2012.

Класс энергосбережения зданий определен по величине отклонения расчетного значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого согласно *таблице 15* СП 50.13330.2012.

#### 4.1. Проект «Многоэтажный жилой дом со встроенными помещениями и подземной автостоянкой» [17]

Здание имеет круглую в плане форму с силуэтным завершением фасада (см. рисунки 1, 2). Этажность дома — 23 этажа, высота этажа — 3,3 м. На первом этаже запроектированы встроенные помещения общественного назначения. Проектом предусмотрена подземная автостоянка манежного типа на 46 машино-мест. Общее количество квартир — 156. На 19-м этаже запроектирован пентхаус, квартиры которого имеют выход на эксплуатируемую террасу. Общая площадь ограждающих конструкций оболочки здания — 11448 м<sup>2</sup>. Отапливаемый объем — 69221 м<sup>3</sup>. Показатель компактности здания — 0,165 м<sup>-1</sup>.

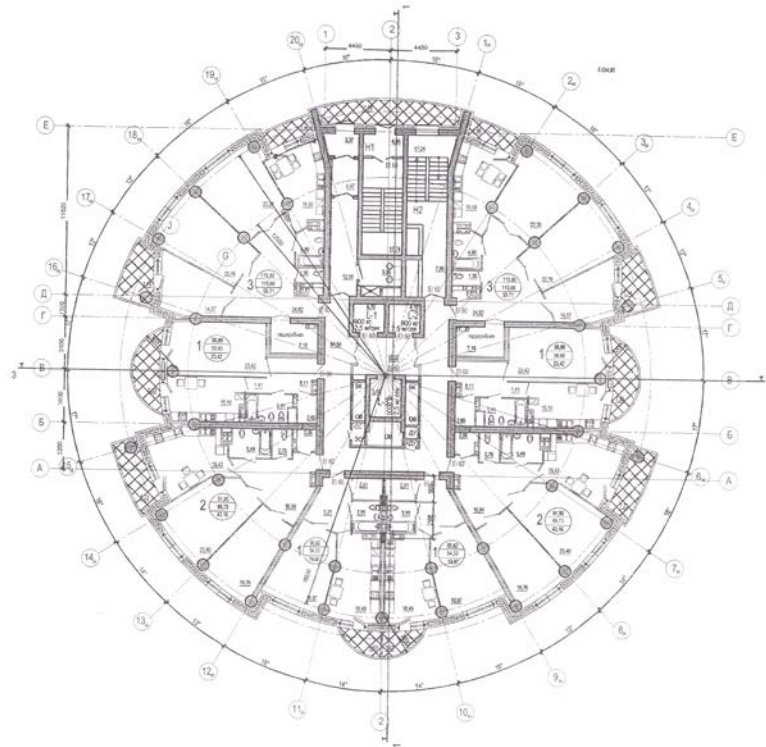


Рисунок 1. План типового этажа здания [17]



Рисунок 2. Общий вид здания (трехмерная модель) [17]

Конструктивная схема здания — каркасная, с монолитным железобетонным каркасом.

Наружные стены здания кирпичные трехслойные (с ребрами жесткости), с эффективным утеплителем и поэтажным опиранием на перекрытия. Для повышения теплозащитных свойств узла сопряжения наружных стен с перекрытиями в плитах перекрытий предусмотрена перфорация с теплоизоляционными вкладышами.

Окна и балконные двери в виде двухкамерных стеклопакетов (из стекла с твердым селективным покрытием) в ПВХ переплетах. Проектом предусмотрено остекление балконов и лоджий одинарным закаленным стеклом.

Покрытие и перекрытие над техподпольем имеют теплоизоляционный слой.

Теплоснабжение здания централизованное, от районных тепловых сетей.

В жилой части предусмотрены поквартирная водяная система отопления с установкой на вводе в каждую квартиру приборов учета тепла и вытяжная общеобменная вентиляция с естественным и механическим побуждением (с устройством теплого чердака).

Результаты расчета теплозащиты и энергоэффективности здания приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Показатели теплозащиты и энергоэффективности здания [17]**

Показатель	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение
а) Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ :		
– наружных стен	2,79	2,78
– окон и балконных дверей	0,45	0,58
– входных дверей и ворот	0,78	0,78
– покрытий (совмещенных)	4,18	4,22
– перекрытий теплых чердаков	1,43	1,43
– перекрытий над техподпольями	1,23	2,39
б) Удельная теплозащитная характеристика здания, $Вт / (m^3 \cdot ^\circ C)$	0,194	0,0993
в) Температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций, $^\circ C$	10,7	11,6*
Удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, $Вт / (m^3 \cdot ^\circ C)$	0,290	0,195

\*Прим. - в зоне сопряжения оконного блока с наружной стеной

Анализ полученных результатов показывает, что требования тепловой защиты здания по условиям а), б) и в) выполнены. Применение компактной формы здания и ограждающих конструкций с высоким уровнем теплозащиты позволило существенно снизить удельную теплозащитную характеристику здания.

Относительное отклонение расчетного значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого равно –32,8 %.

Согласно *таблице 15* СП 50.13330.2012 *класс энергосбережения здания — В+ (высокий)*.

В соответствии с действующими на момент проектирования нормами (СНиП 23-02–2003) *класс энергетической эффективности — В (высокий)* при относительном отклонении расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию от нормируемого, равном –32,8 %. В данном случае значения относительного отклонения характеристик расхода тепловой энергии, рассчитанные согласно СНиП 23-02–2003 и СП 50.13330.2012 совпадают.



## 4.2. Проект «Многоэтажный жилой дом со встроенными помещениями» [18]

Здание имеет квадратную в плане форму (рис. 3). Этажность дома — 17 этажей, высота этажа — 3,0 м. На первом этаже запроектированы встроенные помещения общественного назначения. Общее количество квартир — 118. На 17-м этаже запроектирован пентхаус, квартиры которого имеют выход на эксплуатируемую террасу. Общая площадь ограждающих конструкций оболочки здания — 7711 м<sup>2</sup>. Отапливаемый объем — 38785 м<sup>3</sup>. Показатель компактности здания — 0,199 м<sup>-1</sup>.

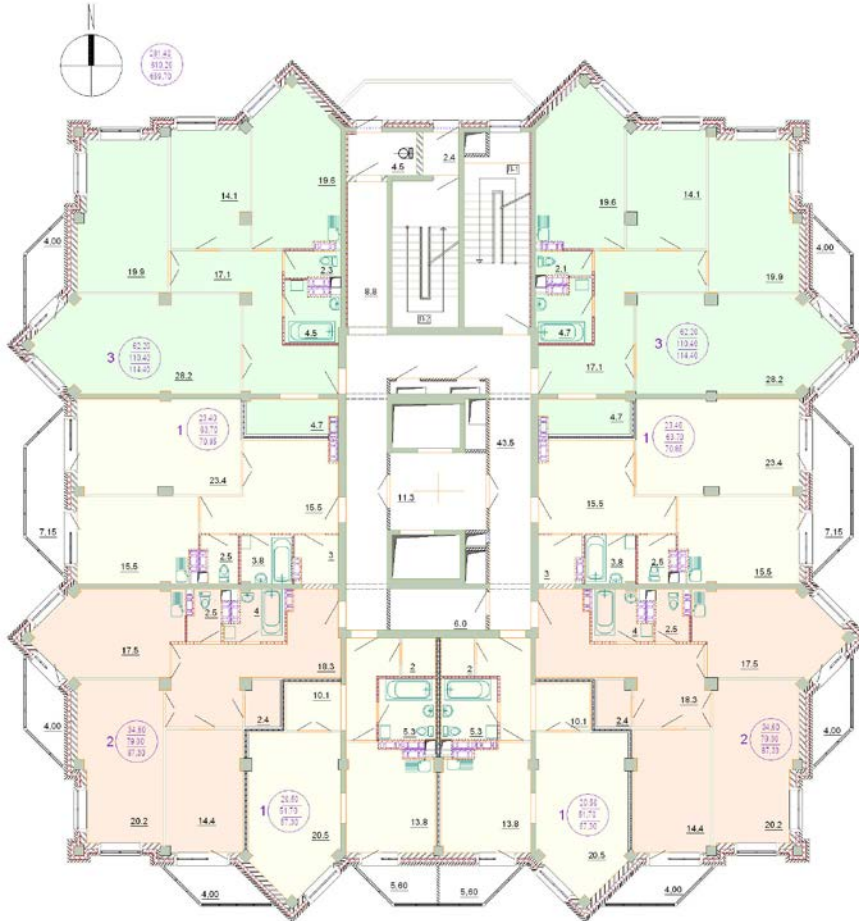


Рисунок 3. План типового этажа здания [18]

Конструктивная схема здания — каркасная, с монолитным железобетонным каркасом.

Наружные стены здания кирпичные трехслойные (на гибких связях), с эффективным утеплителем и поэтажным опиранием на перекрытия. Для повышения теплозащитных свойств узла сопряжения наружных стен с перекрытиями в плитах перекрытий предусмотрена перфорация с теплоизоляционными вкладышами.

Окна и балконные двери в виде двухкамерных стеклопакетов (из стекла с твердым селективным покрытием) в ПВХ переплетах. Остекление балконов и лоджий одинарным закаленным стеклом.

Покрытие и перекрытие над техподпольем имеют теплоизоляционный слой.

Теплоснабжение здания автономное, от индивидуальной крышной котельной.

В жилой части предусмотрены поквартирная водяная система отопления с установкой на вводе в каждую квартиру приборов учета тепла и вытяжная общеобменная вентиляция с естественным и механическим побуждением (с устройством теплого чердака).

Результаты расчета теплозащиты и энергоэффективности здания приведены в таблице 3.

Таблица 3. Показатели теплозащиты и энергоэффективности здания [18]

Показатель	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение
а) Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ :		
– наружных стен	2,79	3,06
– окон и балконных дверей	0,45	0,58
– входных дверей и ворот	0,78	0,78
– покрытий (совмещенных)	4,18	4,26
– перекрытий теплых чердаков	2,07	2,07
– перекрытий над техподпольями	1,47	1,47
б) Удельная теплозащитная характеристика здания, $\text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$	0,187	0,119
в) Температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций, $\text{°C}$	10,7	12,1 <sup>*)</sup>
Удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, $\text{Вт} / (\text{м}^3 \cdot \text{°C})$	0,290	0,186

Прим. - в зоне сопряжения оконного блока с наружной стеной.

Анализ полученных результатов показывает, что требования тепловой защиты здания по условиям а), б) и в) выполнены. Применение компактной формы здания и ограждающих конструкций с высоким уровнем теплозащиты позволило существенно снизить удельную теплозащитную характеристику здания.

Относительное отклонение расчетного значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого равно  $-35,9\%$ .

Согласно таблице 15 СП 50.13330.2012 класс энергосбережения здания — В+ (высокий).

В соответствии с действующими на момент проектирования нормами (СНиП 23-02–2003) класс энергетической эффективности — А (очень высокий) при относительном отклонении расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию от нормируемого  $-62,4\%$ .

Значительное расхождение относительного отклонения характеристик расхода тепловой энергии объясняется неучетом в актуализированной редакции СНиП [15] наличия в здании автономной системы теплоснабжения.

В настоящее время ведется строительство указанного объекта (см. рисунок 4).



Рисунок 4. Строительство здания [18] (космическая съемка)

### 4.3. Проект «Административный комплекс» [19]

Здание имеет 26 надземных этажей (в том числе технический этаж, расположенный над верхним этажом) и 2 подземных этажа.

В надземной части здания размещаются помещения общественно-административного назначения (1...3 эт.); офисные помещения (4...16 эт.); помещения развлекательного комплекса (17...19 эт.); помещения гостиницы (20...23 эт.); апартаменты (24 эт.); помещения фитнес-центра (25 эт.). В подземной части здания размещаются помещения для парковки автомобилей и технические помещения. Общая площадь ограждающих конструкций оболочки здания — 26669 м<sup>2</sup>. Отапливаемый объем — 209544 м<sup>3</sup>. Показатель компактности здания — 0,127 м<sup>-1</sup>.

Конструктивная схема здания — каркасная, с монолитным железобетонным каркасом.

Наружные стены здания кирпичные, с эффективным утеплителем и навесным вентилируемым фасадом, поэтажно опираются на плиты перекрытий.

Окна, балконные двери и витражи в виде двухкамерных стеклопакетов (из стекла с мягким селективным покрытием) в алюминиевых переплетах, зенитные фонари — в виде однокамерных стеклопакетов (из стекла с мягким селективным покрытием) в алюминиевых переплетах. В стыковых соединениях профилей предусмотрены разрывы теплопроводных включений (мостиков холода) с использованием пластмассовых вставок.

Покрытие совмещенное невентилируемое, имеет теплоизоляционный слой.

В здании предусмотрена автономная система теплоснабжения (крышная котельная) с поквартирной горизонтальной разводкой трубопроводов.

Здание имеет приточно-вытяжную вентиляцию с механическим побуждением воздуха.

Результаты расчета теплозащиты и энергоэффективности здания приведены в таблице 4.

**Таблица 4. Показатели теплозащиты и энергоэффективности здания [19]**

Показатель	Нормируемое значение	Расчетное проектное значение
а) Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, м <sup>2</sup> ·°C/Вт:		
– наружных стен	2,39	3,11
– окон и балконных дверей	0,40	0,52
– витражей	0,40	0,52
– фонарей		0,47
– входных дверей и ворот		0,55
– покрытий (совмещенных)	3,19	3,55
б) Удельная теплозащитная характеристика здания, Вт/(м <sup>3</sup> ·°C)	0,162	0,0867
в) Температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций, °C	10,7	13,8*
Удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, Вт/(м <sup>3</sup> ·°C)	0,232	0,217

*Прим. - в зоне сопряжения оконного блока с наружной стеной.*

Анализ полученных результатов показывает, что требования тепловой защиты здания по условиям а), б) и в) выполнены. Несмотря на более высокую долю остекления оболочки здания по сравнению с предыдущими проектами, применение компактной формы здания и ограждающих конструкций с высоким уровнем теплозащиты, позволило существенно снизить удельную теплозащитную характеристику здания.

Относительное отклонение расчетного значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемого равно –6,47 %.

Согласно *таблице 15* СП 50.13330.2012 *класс энергосбережения здания — С+ (нормальный).*



В соответствии с действующими на момент проектирования нормами (СНиП 23-02–2003) *класс энергетической эффективности — В (высокий)* при относительном отклонении расчетного значения удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию от нормируемого –45,0 %.

Значительное расхождение относительного отклонения характеристик расхода тепловой энергии объясняется неучетом в актуализированной редакции СНиП 23-02–2003 устройства в здании автономной системы теплоснабжения.

В настоящее время указанный объект построен и введен в эксплуатацию (см. рисунок 5).



Рисунок 5. Общий вид здания [19]

Результаты сравнительной оценки энергоэффективности указанных зданий приведены в таблице 5.

Таблица 5. Сравнительная оценка энергоэффективности зданий

Показатель	Значение показателя для здания		
	[17]	[18]	[19]
Показатель компактности здания, м <sup>-1</sup>	0,165	0,199	0,127
Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	0,290	0,290	0,232
Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, Вт/(м <sup>3</sup> ·°С)	0,195	0,186	0,217
Относительное отклонение расчетной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания от нормируемой, %	–32,8	–35,9	–6,47
Класс энергосбережения здания	В+ (высокий)	В+ (высокий)	С+ (нормальный)

Таким образом, все рассмотренные здания отвечают требованиям тепловой защиты и энергоэффективности согласно актуализированной редакции СНиП [15].

Энергоэффективность зданий достигнута за счет применения в проектах комплекса энергосберегающих мероприятий:

- использование компактной формы здания, обеспечивающей существенное снижение расхода тепловой энергии на отопление;

- рациональное тепловлажностное зонирование с размещением более теплых и влажных помещений у внутренних стен здания;
- устройство теплого входного узла с тамбуром;
- использование буферных зон с применением техподполья и теплого чердака;
- использование в наружных ограждающих конструкциях эффективных теплоизоляционных материалов, обеспечивающих требуемую температуру и отсутствие конденсации влаги на внутренних поверхностях конструкций внутри помещений с нормальным влажностным режимом;
- использование эффективных светопрозрачных ограждений с заполнением двухкамерными стеклопакетами, с применением стекла с селективным покрытием;
- применение пассивной системы солнечного теплоснабжения здания за счет рациональной ориентации по сторонам горизонта и витражного остекления балконов и лоджий;
- использование эффективной системы теплоснабжения здания от автономных источников теплоты;
- применение поквартирной водяной системы отопления с установкой на вводе в каждую квартиру приборов учета тепла;
- применение вытяжной общеобменной вентиляции с естественным и механическим побуждением.

В приведенной методике влияние формы здания на его теплозащиту учтено при расчете удельной теплозащитной характеристики здания. Другой подход состоит в учете формы здания при определении базового сопротивления теплопередаче оболочки здания [20], что позволяет обоснованно определить набор ограждающих конструкций оболочки здания, отвечающих поэлементным требованиям по теплозащите. Усложнение формы здания требует более высокого уровня его теплозащиты. Проектирование зданий компактной формы позволяет обоснованно снизить уровень теплозащиты здания и имеет высокий потенциал энергосбережения. Предлагаемая методика оценки теплозащиты на основе приведенного сопротивления теплопередаче оболочки здания хорошо согласуется с концепцией здания с эффективным использованием энергии [1] и гармонизирована с европейскими нормами [21].

## 5. Заключение

По результатам проведенных исследований сформулированы следующие основные *выводы*:

1. Опыт проектирования и строительства энергоэффективных зданий различного функционального назначения в г. Волгограде способствует повышению качества проектирования путем применения эффективных архитектурно-планировочных, конструктивных и инженерно-технических решений.
2. На основе проведенной оценки теплозащиты и энергоэффективности зданий показано практическое применение актуализированной редакции СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Разработанный в проектах комплекс энергосберегающих мероприятий способствует решению актуальной задачи энергосбережения и повышения энергоэффективности зданий.

### Литература

1. Богословский В. Н. Три аспекта концепции ЗЭИЭ и особенности переходного периода // Проблемы строительной теплофизики и энергосбережения в зданиях: сб. докл. науч.-практ. конф. [в 3-х т.]. М.: НИИСФ РААСН, 1997. Т.1. С. 7—9.
2. Табунщиков Ю. А., Наумов А. Л. Энергоэффективность в строительстве. Гармонизация отечественной нормативной базы // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2012. Т. 6. № 6. С. 4—9.
3. Савин В. К., Савина Н. В. Архитектура и энергоэффективность зданий // Градостроительство. 2013. № 1. С. 82—84.
4. Гагарин В. Г., Козлов В. В. Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» // Жилищное строительство. 2011. № 8. С. 2—6.
5. Ананьев А. И., Ананьев А. А. Теплозащитные свойства и долговечность непрозрачных фасадных систем зданий // Вестник МГСУ. 2011. Т.1. № 3. С. 146—151.
6. Standards for Heating Energy Use in Russian Buildings: A Review and a Report of Recent Progress / Matrosov Yu. A., Butovsky I. N., Norford L. K., Opitz M. W. // Energy and Buildings. 1997. Vol. 25. No 3. Pp. 207—222.

7. Гертис К., Зедльбауэр К. Повышение энергоэффективности школьных зданий // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 544—552.
8. Влияние уровня тепловой защиты ограждающих конструкций на величину потерь тепловой энергии в здании / Ватин Н. И., Немова Д. В., Рымкевич П. П., Горшков А. С. // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 8 (34). С. 4—14.
9. Cheng Y., Nin J., Gao N. Thermal comfort models: A review and numerical investigation // Building and Environment. 2012. Vol. 47. Pp. 13—22.
10. Technical note: Airtightness of older-generation energy-efficient houses in Saskatoon / Orr H., Wang J., Fetsch D., Dumont R. // Journal of Building Physics. 2013. Vol. 36. Pp. 294—307.
11. Kunzel H. M., Kiessel K. Calculation of Heat and Moisture Transfer in Exposed Building Components // International Journal of Heat Mass Transfer. 1997. Vol. 40 (1). Pp. 159—167.
12. Mlakar J., Štrancar J. Temperature and Humidity Profiles in Passive-house Building Blocks // Building and Environment. 2013. Vol. 60. Pp. 185—193.
13. Dos Santos G. H., Mendes N. Heat, Air and Moisture Transfer through Hollow Porous Blocks // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2009. Vol. 52(9—10). Pp. 2390—2398.
14. Teodosiu R. Integrated Moisture (Including Condensation)—Energy—Airflow Model within Enclosures // Building and Environment. 2013. Vol. 61. Pp. 197—209.
15. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».
16. Корниенко С. В. Повышение энергоэффективности зданий за счет снижения теплотерь в краевых зонах ограждающих конструкций. Волгоград: ВолгГАСУ, 2011. 108 с.
17. Проект «Многоэтажный жилой дом со встроенными помещениями и подземной автостоянкой по ул. Новороссийской МКР 102 Центрального района г. Волгограда». Раздел «Энергоэффективность» / Разработчик Корниенко С. В. Волгоград.: ООО «Универсалпроект», 2006.
18. Проект «Многоэтажный жилой дом со встроенными помещениями по ул. Цимлянкой МКР 228 Советского района г. Волгограда». Раздел «Энергоэффективность» / Разработчик С.В. Корниенко. ООО «Универсалпроект», 2006.
19. Проект «Административный комплекс в микрорайоне 104 Центрального района г. Волгограда». Раздел «Энергоэффективность» / Разработчик С.В. Корниенко. ООО «Универсалпроект», 2006.
20. Корниенко С.В. Учет формы при оценке теплозащиты оболочки здания // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 5 (10). С. 20—27.
21. Блэзи В. Справочник проектировщика. Строительная физика. М.: Техносфера, 2012. 616 с.
22. Wall insulation measures for residential villas in Dubai: A case study in energy efficiency / Friess W. A., Rakhshan K., Hendawi T. A., Tajerzadeh S. // Energy and Buildings. 2012. Vol. 44. Pp. 26-32.
23. Wang W., Tian Zh., Ding Y. Investigation on the influencing factors of energy consumption and thermal comfort for a passive solar house with water thermal storage wall // Energy and Buildings. 2013. Vol. 64. Pp. 218-223.
24. Dadoo A., Gustavsson L., Sathre R. Building energy-efficiency standards in a life cycle primary energy perspective // Energy and Buildings. 2011. Vol. 43. Issue 7. Pp. 1589-1597.

## References

1. Bogoslovskiy V. N. Tri aspekta kontseptsii ZEIE i osobennosti perekhodnogo perioda // Problemy stroitelnoy teplofiziki i energosberezheniya v zdaniyakh: sb. dokl. nauch.-prakt. konf. [v 3-kh t.]. M.: NIISF RAASN, 1997. T.1. S. 7—9. (rus)
2. Tabunshchikov Yu. A., Naumov A. L. Energoeffektivnost v stroitelstve. Garmonizatsiya otechestvennoy normativnoy bazy // AVOK: Ventilyatsiya, otopleniye, konditsionirovaniye vozdukh, teplosnabzheniye i stroitel'naya teplofizika. 2012. T. 6. № 6. S. 4—9. (rus)
3. Savin V. K., Savina N. V. Arkhitektura i energoeffektivnost zdaniy // Gradostroitelstvo. 2013. № 1. S. 82—84. (rus)
4. Gagarin V. G., Kozlov V. V. Trebovaniya k teplozashchite i energeticheskoy effektivnosti v proyekte aktualizirovannogo SNIП «Teplovaya zashchita zdaniy» // Zhilishchnoye stroitelstvo. 2011. № 8. S. 2—6. (rus)
5. Ananyev A. I., Ananyev A. A. Teplozashchitnyye svoystva i dolgovечnost neprozrachnykh fasadnykh sistem zdaniy // Vestnik MGSU. 2011. T.1. № 3. S. 146—151. (rus)
6. Standards for Heating Energy Use in Russian Buildings: A Review and a Report of Recent Progress / Matrosov Yu. A., Butovsky I. N., Norford L. K., Opitz M. W. // Energy and Buildings. 1997. Vol. 25. No 3. Pp. 207—222.

7. Gertis K., Zedlbauer K. *Povysheniye energoeffektivnosti shkolnykh zdaniy* // *Academia. Arkhitektura i stroitelstvo*. 2010. № 3. S. 544—552. (rus)
8. Influence of building envelope thermal protection on heat loss value in the building / Vatin N. I., Nemova D. V., Rymkevich P. P., Gorshkov A. S. // *Magazine of civil engineering*. 2012. № 8 (34). Pp. 4—14. (rus)
9. Cheng Y., Nin J., Gao N. Thermal comfort models: A review and numerical investigation // *Building and Environment*. 2012. Vol. 47. Pp. 13—22.
10. Technical note: Airtightness of older-generation energy-efficient houses in Saskatoon / Orr H., Wang J., Fetsch D., Dumont R. // *Journal of Building Physics*. 2013. Vol. 36. Pp. 294—307.
11. Kunzel H. M., Kiessel K. Calculation of Heat and Moisture Transfer in Exposed Building Components // *International Journal of Heat Mass Transfer*. 1997. Vol. 40 (1). Pp. 159—167.
12. Mlakar J., Štrancar J. Temperature and Humidity Profiles in Passive-house Building Blocks // *Building and Environment*. 2013. Vol. 60. Pp. 185—193.
13. Dos Santos G. H., Mendes N. Heat, Air and Moisture Transfer through Hollow Porous Blocks // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2009. Vol. 52(9–10). Pp. 2390—2398.
14. Teodosiu R. Integrated Moisture (Including Condensation)—Energy—Airflow Model within Enclosures // *Building and Environment*. 2013. Vol. 61. Pp. 197—209.
15. SP 50.13330.2012 «*Teplovaya zashchita zdaniy*». (rus)
16. Korniyenko S. V. *Povysheniye energoeffektivnosti zdaniy za schet snizheniya teplopoter v krayevykh zonakh ograzhdayushchikh konstruksiy*. Volgograd: VolgGASU, 2011. 108 s. (rus)
17. *Proyekt «Mnogoetazhnyy zhiloy dom so vstroyennymi pomeshcheniyami i podzemnoy avtostoyankoy po ul. Novorossiyskoy MKR 102 Tsentralnogo rayona g. Volgograda»*. Razdel «*Energoeffektivnost*» / Razrabotchik Korniyenko S. V. Volgograd.: OOO «*Universalproyekt*», 2006. (rus)
18. *Proyekt «Mnogoetazhnyy zhiloy dom so vstroyennymi pomeshcheniyami po ul. Tsimlyanskoy MKR 228 Sovetskogo rayona g. Volgograda»*. Razdel «*Energoeffektivnost*» / Razrabotchik S.V. Korniyenko. OOO «*Universalproyekt*», 2006. (rus)
19. *Proyekt «Administrativnyy kompleks v mikrorayone 104 Tsentralnogo rayona g. Volgograda»*. Razdel «*Energoeffektivnost*» / Razrabotchik S.V. Korniyenko. OOO «*Universalproyekt*», 2006. (rus)
20. Korniyenko S.V. *Uchet formy pri otsenke teplozashchity obolochki zdaniya* // *Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy*. 2013. № 5 (10). S. 20—27. (rus)
21. Blezi V. *Spravochnik proyektirovshchika. Stroitel'naya fizika*. M.: Tekhnosfera, 2012. 616 s. (rus)
22. Wall insulation measures for residential villas in Dubai: A case study in energy efficiency / Friess W. A., Rakhshan K., Hendawi T. A., Tajerzadeh S. // *Energy and Buildings*. 2012. Vol. 44. Pp. 26-32.
23. Wang W., Tian Zh., Ding Y. Investigation on the influencing factors of energy consumption and thermal comfort for a passive solar house with water thermal storage wall // *Energy and Buildings*. 2013. Vol. 64. Pp. 218-223.
24. Dodoo A., Gustavsson L., Sathre R. Building energy-efficiency standards in a life cycle primary energy perspective // *Energy and Buildings*. 2011. Vol. 43. Issue 7. Pp. 1589-1597.



## Experience of design and construction of energy effective buildings in Volgograd

S. V. Korniyenko <sup>2</sup>,

*Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering, 1 Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia.*

---

### ARTICLE INFO

### Article history

### Keywords

Received 17 September 2013  
Received in revised form 30 November 2013  
Accepted 30 November 2013

energy saving;  
energy efficiency;  
thermal performance;  
enclosing structures;  
experience of design.

---

### ABSTRACT

This paper is devoted to the solution of an actual problem — to energy conservation and increase of energy efficiency of buildings.

Synthesis of regional experience of design and construction of energy effective buildings is executed. Architectural and planning, constructive and technical aspects of design of buildings are affected. The complex of energy saving actions realized in projects of buildings is developed. The assessment of a thermal performance and energy efficiency of buildings according to requirements of the actual edition Construction Norms and Regulations 23-02–2003 "Thermal performance of the buildings" is executed. On the basis of the carried-out calculations classes of energy saving of buildings are defined. The assessment of energy efficiency of buildings is executed taking into account climatic conditions, the chosen space-planning decisions, orientation of the building, thermal performance properties of the enclosing structures, the accepted system of a heat supply, and also application of energy saving technologies.

The received results promote improvement of design buildings quality.

---

<sup>2</sup>

*Corresponding author:*  
+ 7 (988) 491 2459, svkorn2009@yandex.ru (Sergey Valerjevich Korniyenko, Ph. D., Associate Professor)