

**О.Д. Самарин**

# **ВОПРОСЫ ЭКОНОМИКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ МИКРОКЛИМАТА ЗДАНИЙ**



О.Д. Самарин

**ВОПРОСЫ ЭКОНОМИКИ  
В ОБЕСПЕЧЕНИИ  
МИКРОКЛИМАТА ЗДАНИЙ**



Издательство АСВ  
Москва  
2015

**УДК 699.86**  
**ББК 38.113**  
**С 17**

**Рецензенты:**

член-корреспондент РААСН, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией теплофизики НИИСФ РААСН *В.Г. Гагарин*; доктор экономических наук, профессор кафедры «Технология, организация и управление в строительстве» ФГБОУ ВПО «МГСУ» *С.Б. Сборщиков*.

**Самарин О.Д.**

Вопросы экономики в обеспечении микроклимата зданий. Научное издание. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство АСВ, 2015. – 136 с.

**ISBN 978-5-93093-843-2**

В книге рассмотрены методы оценки единовременных капитальных затрат на сооружение современных энергоэффективных ограждающих конструкций и систем обеспечения микроклимата в гражданских зданиях по укрупненным показателям на стадии разработки ТЭО проекта. Кроме того, приведены способы расчета эксплуатационных издержек при функционировании здания и его инженерных систем, а также рекомендации по определению совокупных дисконтированных затрат и срока окупаемости мероприятий по снижению энергопотребления. Дано понятие о технико-экономической оптимизации инженерных решений, показаны примеры реализации отдельных энергосберегающих мероприятий и их комплексов с технико-экономическим обоснованием их применения.

Изложение проиллюстрировано значительным количеством графического, табличного и другого справочного материала. Книга рассчитана на студентов старших курсов, обучающихся по специальности или профилю «Теплогасоснабжение и вентиляция», на магистрантов, проходящих обучение по магистерской программе «Системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений» и на аспирантов, выполняющих диссертационные работы по специальностям 05.23.03 и 05.23.01. Кроме того, работа ориентирована на широкий круг специалистов и научно-педагогических работников в области энергосбережения, строительной теплофизики, теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Издание может быть также полезным для экономистов, энергетиков и других специалистов, работающих в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

**ISBN 978-5-93093-843-2**

© Издательство АСВ, 2015

© Самарин О.Д., 2015

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>6</b>
<b>1. РАСЧЕТ КАПИТАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЮ ОГРАЖДЕНИЙ ЗДАНИЯ .....</b>	<b>10</b>
1.1. Расчет капитальных затрат на устройство теплоизоляции в наружных ограждениях здания .....	10
1.2. Определение капитальных затрат на устройство системы отопления .....	12
1.3. Расчет капитальных затрат на устройство систем вентиляции или кондиционирования воздуха .....	14
<b>2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ .....</b>	<b>16</b>
2.1. Затраты на электроэнергию .....	16
2.2. Затраты на тепловую энергию в системах В и КВ .....	17
2.3. Затраты на тепловую энергию в системах отопления.....	21
2.4. Определение годовых амортизационных отчислений, затрат на оплату труда и суммарных эксплуатационных затрат .....	22
<b>3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОВОКУПНЫХ ДИСКОНТИРОВАННЫХ ЗАТРАТ.....</b>	<b>24</b>
<i>Пример 1.</i> Сравнение вариантов теплозащиты несветопрозрачных ограждений .....	27
<i>Пример 2.</i> Сравнение вариантов конструкций заполнения светопроемов и исследование взаимозаменяемости теплозащиты ограждений .....	30
<i>Пример 3.</i> Сравнение вариантов устройства систем отопления .....	34
<i>Пример 4.</i> Сравнение вариантов устройства утилизации теплоты в системе вентиляции .....	36
<i>Пример 5.</i> Техничко-экономическое обоснование применения утилизации теплоты в системе вентиляции (схема с промежуточным теплоносителем) .....	38

<i>Пример 6.</i> Техничко-экономическое обоснование применения комплекса энергосберегающих мероприятий .....	41
<i>Пример 7.</i> Техничко-экономическое обоснование применения конденсационного режима в автономных источниках теплоснабжения .....	49
<b>4. ПОНЯТИЕ О ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ .....</b>	<b>53</b>
4.1. Техничко-экономическая оптимизация сопротивления теплопередаче несветопрозрачных ограждений .....	55
4.2. Техничко-экономическая оптимизация сопротивления теплопередаче заполнений светопроемов .....	58
4.3. Техничко-экономическая оптимизация теплоизоляции теплопроводов систем отопления и теплоснабжения .....	60
4.4. Техничко-экономическая оптимизация температурной эффективности теплоутилизаторов с промежуточным теплоносителем .....	64
4.5. Техничко-экономическая оптимизация диаметров теплопроводов систем водяного отопления .....	67
4.6. Техничко-экономическая оптимизация диаметров трубопроводов систем водоснабжения .....	70
4.7. Техничко-экономическая оптимизация диаметров воздухопроводов механических систем В и КВ .....	73
<b>5. ЧИСЛЕННАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСОВ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ И НЕКОТОРЫЕ СМЕЖНЫЕ ВОПРОСЫ.....</b>	<b>77</b>
5.1. Влияние параметров наружного климата на выбор оптимального сочетания энергосберегающих мероприятий в общественных зданиях .....	77
5.2. Предельная стоимость энергоэффективного остекления в общем комплексе энергосберегающих мероприятий .....	88
5.3. Обоснование целесообразной стоимости тепловой энергии в условиях когенерации по термодинамической эквивалентности .....	95

5.4. Обоснование предлагаемого сочетания инженерных решений для снижения энергопотребления по максимальной эффективности инвестиций .....	100
5.5. Технико-экономическое сравнение принятого комплекса энергосберегающих мероприятий с нормативными решениями.....	106
5.6. Влияние изменения параметров наружного климата на окупаемость энергосберегающих мероприятий .....	112
5.7. Особенности реализации и технико-экономического обоснования комплекса энергосберегающих мероприятий для жилых зданий .....	119
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ. Примерный список вопросов для технико-экономического сравнения в дипломных проектах по ОВ и КВ .....</b>	<b>129</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>131</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Необходимость комплексного подхода к осуществлению энерго- и ресурсосберегающих мероприятий при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий, и в первую очередь систем обеспечения их микроклимата, не подлежит сомнению и обусловлена главным образом сокращением запасов минерального сырья и ископаемого органического топлива и, как следствие, их постоянным удорожанием. Однако ситуация с нормированием энергосбережения и теплозащиты в РФ ориентировала специалистов на применение весьма ограниченного набора таких мероприятий, не всегда отвечающих конкретным условиям строительства.

Для создания законодательной базы, позволяющей решать проблемы по оперативному внедрению новых инженерных решений и технологий, в том числе и в области энергосбережения, а также для устранения законодательных препятствий для бизнеса, реализующего инновационные проекты, 27 декабря 2002 г. был утвержден Федеральный закон № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (ЗТР). Основное его содержание заключается в коренном изменении подхода к техническому регулированию и разделению всех нормативных документов на два типа. Первый – обязательные (технические регламенты), содержащие исключительно требования безопасности, защиты жизни и здоровья людей, растений и животных, охраны окружающей среды и предотвращение введения потребителей в заблуждение, и утверждаемые в виде федерального закона или постановления Правительства РФ. Второй – все остальные, в том числе национальные стандарты и своды правил, принимаемые федеральными ведомствами, а также стандарты организаций. Такие нормативы относятся к документам добровольного применения.

Двадцать третьего ноября 2009 года был принят Федеральный Закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» №261-ФЗ. В соответствии с этим законом, под ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ понимается отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта. Применительно к зданию, полезным эффектом следует считать снижение энергопотребления инженерными системами. Кроме того, законом №261-ФЗ, была внесена поправка в ЗТР, устанавливающая обязательный характер требований по энергосбережению и энергоэффективности, в том числе и для действующих нормативных документов до принятия соответствующих регламентов. На-

конец, в конце 2009 года во исполнение правительственной программы по разработке технических регламентов в Государственную Думу РФ в соответствии с ЗТР был внесен проект Федерального Закона «Технический регламент «О безопасности зданий и сооружений»» (ТР БЗС). Закон после обсуждения и доработки был подписан Президентом РФ 30 декабря 2009 года и получил номер № 384-ФЗ.

В настоящее время производится пересмотр нормативной базы в области строительства для приведения ее в соответствие с изменившимися требованиями законодательства, а именно во исполнение части 6 Ст.6 ТР БЗС, где содержится указание о необходимости такого пересмотра для документов, содержащих обязательные требования, не реже, чем раз в пять лет. Сейчас разработана актуализированная редакция СНИП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» (Свод правил СП 50.13330.2012) и СНИП 23-01-99\* «Строительная климатология» (СП 131.13330.2012) – введены с 1 июля 2013 г., а также СНИП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» (СП 60.13330.2012) – введен с 1 января 2013 г., и ряд других. Некоторые особенности актуализированных редакций нормативов будут рассмотрены в предлагаемой работе. Учет такой актуализации и вызвал необходимость второго издания данной книги, составляя его основные отличия по сравнению с предыдущим, выпущенным в 2011 г. Кроме того, за истекший период заметно изменился уровень цен на материалы и оборудование, а также тарифов на энергоносители, и соответствующие данные также приведены в новом издании. Это позволит определить динамику цен и осуществлять прогноз на перспективу. В работу добавлены также данные по учету стоимости подключения к тепловым и электрическим сетям и расчеты, показывающие влияние такого подключения на целесообразность энергосберегающих мероприятий.

С экономической точки зрения энергосбережение не является самоцелью, а лишь средством для снижения суммарных затрат на возведение и последующую эксплуатацию здания. Необходимо отметить, что еще 23 ноября 2000 г. Правительством РФ протоколом № 39, разд. 3, во исполнение распоряжения Правительства РФ № 389-р от 16 марта 2000 г. была утверждена новая редакция Энергетической стратегии России на период до 2020 г. В этом документе, в частности, констатируется, что в стране сложилась крайне высокая энергоемкость экономики, в 3–4 раза превышающая удельную энергоемкость экономики развитых стран Запада. В условиях повышения экономических и экологических факторов в жизни общества это снижает конкурентоспособность отечественных товаров не только



на мировом, но и на внутреннем рынке. Поэтому коренное повышение энергоэффективности экономики является центральной задачей.

Для повышения действенности энергосберегающей политики Стратегия предполагает осуществление целостной системы правовых, административных и экономических мер. В частности, имеется в виду пересмотр существующих норм в направлении ужесточения требований к энергосбережению, совершенствования правил учета и контроля энергопотребления, установления стандартов энергопотребления, проведения регулярного энергетического аудита, предоставления государственных гарантий и прямой финансовой поддержки энергосберегающих проектов. При этом указывается, что только за счет малозатратных мер, окупаемых уже при нынешней цене на топливо, можно уменьшить энергопотребление в теплоснабжении на 67–76 млн Гкал в год, а общий потенциал энергосбережения оценивается в 345–410 млн Гкал в год, или 15–20% от общего энергопотребления в 2000 г.

Поэтому всегда представляет интерес вопрос о выборе оптимального сочетания инженерных решений, обеспечивающих экономически обоснованное снижение энергопотребления. Можно рассматривать следующий комплекс возможных энергосберегающих мероприятий в зданиях:

- утепление несветопрозрачных наружных ограждений до экономически оптимального уровня;
- замена остекления на более энергоэффективное, в первую очередь двойного на тройное. Кроме того, целесообразен переход на двухкамерные стеклопакеты с повышенным сопротивлением воздухопроницанию и с селективным теплоотражающим покрытием или пленкой в межстекольном пространстве, особенно с заполнением этого пространства инертным газом;
- утилизация теплоты вытяжного воздуха. Наименее затратным является применение схемы с промежуточным теплоносителем;
- установка в системах горячего водоснабжения (ГВС) индивидуальных водосчетчиков, а также применение теплонасосных установок (ТНУ) для подогрева воды и других мероприятий по снижению тепло- и водопотребления на нужды ГВС;
- установка автоматических терморегуляторов у отопительных приборов, дающая возможность полезно использовать бытовые тепловыделения, а также теплопоступления от солнечной радиации через окна;
- другие мероприятия, возможные в конкретном проекте.

Оценка целесообразности всего рассматриваемого комплекса мероприятий рассмотрена в *примере 6*.

Таким образом, в настоящее время существует достаточно широкий набор энергосберегающих мероприятий и технологий, как уже сложившихся и хорошо разработанных, так и относительно новых. Исследования характеристик и эффективности энергосберегающего оборудования и конструкций и определение области их целесообразного применения составляют значительную область современных исследований в области строительной теплофизики и смежных отраслей науки. К сожалению, практическая реализация ряда таких мероприятий в современных условиях России ограничена, а фактически используемые относятся к довольно узкой группе. Поэтому технико-экономическое обоснование необходимости использования решений по снижению энергопотребления, и в особенности комплексного подхода к энергосбережению, является одной из основных задач, возникающих в работе специалиста по созданию систем обеспечения микроклимата зданий и будет подробно рассмотрено в дальнейшем.

Предлагаемые инженерные решения должны выполнять поставленные перед ними задачи без ущерба для безопасности людей и снижения уровня комфорта их среды обитания. Такая постановка вопроса особенно актуальна в настоящее время, в условиях действия ЗТР. Иначе говоря, при выборе способов экономии энергетических и других ресурсов сравниваемые в процессе технико-экономического обоснования проекта варианты должны обеспечивать одинаковый уровень безопасности и комфорта, и только тогда эти варианты будут сопоставимыми.

Следовательно, основное направление энергоресурсосбережения действительно лежит на пути применения соответствующих технологий, которые позволяли бы получать снижение потребления материальных и энергетических ресурсов «автоматически», без непосредственного участия потребителя. Повышенный уровень комфорта достигается благодаря использованию усовершенствованных инженерных решений при более низком уровне эксплуатационных затрат, а у потребителя не будет ощущения, что он сознательно чем-то жертвует ради их уменьшения. Тогда можно получить безоговорочную заинтересованность в энергоресурсосбережении и избавиться от психологического барьера, который часто возникает при внедрении нового из-за необходимости менять при этом те или иные привычки и существующий уклад жизни.

# 1. РАСЧЕТ КАПИТАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЮ ОГРАЖДЕНИЙ ЗДАНИЯ

Под капитальными (инвестиционными) понимаются единовременные или распределенные во времени затраты на сооружение элементов конструкций здания и инженерных систем обеспечения микроклимата с учетом расходов на их монтаж и наладку. Повышение эффективности капитальных вложений, в том числе в осуществление энергосберегающих мероприятий, является одной из основных задач на всех этапах инвестиционного процесса – начиная с планирования строительства и заканчивая эксплуатацией уже построенного объекта. Однако по сравнению с другими отраслями строительства и промышленности особенностью капитальных затрат на сооружение систем теплогазоснабжения и вентиляции зданий является, как правило, их неприбыльный характер, т.е. экономическая эффективность инвестиций определяется не увеличением дохода, получаемого от реализации произведенной продукции, а снижением эксплуатационных издержек. Поэтому среди различных способов оценки такой эффективности наиболее предпочтительным и наглядным оказывается метод совокупных дисконтированных затрат (СДЗ), более подробно описанный в *разд. 3*.

## 1.1. Расчет капитальных затрат на устройство теплоизоляции в наружных ограждениях здания

Затраты на устройство теплоизоляции  $K_{mi}$  вычисляются по формуле

$$K_{mi} = C_{mi} \cdot V_{mi}, \text{ руб.}, \quad (1)$$

где  $C_{mi}$  – удельная стоимость теплоизоляционного материала с работами по его установке (в деле), руб./м<sup>3</sup>. Ее значения на стадии разработки ТЭО или бизнес-плана проекта можно принимать по *табл. 1*;

$V_{mi}$  – суммарный объем теплоизоляционного материала в конструкциях ограждений, м<sup>3</sup>. Его можно определить по выражению

$$V_{mi} \approx 0.8 \sum (\lambda_{mi} R_i A_i / r_i), \quad (2)$$

где  $\lambda_{mi}$  – теплопроводность используемого теплоизоляционного материала, Вт/(м·К), принимаемая по справочным данным, например [1] или [2].

**Таблица 1**

Удельная стоимость теплоизоляционных материалов для ограждений

Наименование материала	Стоимость $C_{mi}$ , руб./м <sup>3</sup>	
	Цены 2010 г.	Цены 2013 г.
Материалы экономического класса: плиты пенополистирольные ПСБ-С, плиты из стекловаты KNAUF, URSA	1200–1400	1500–2100
Плиты минераловатные ROCKWOOL, ISOROC, П-75...П-175	1500–1800	1700–2200
Плиты минераловатные PAROC	1800–2000	2000–2400
Пенополистирол экструдированный	2900–3200	4000–4700

Параметр  $r_i$  представляет собой коэффициент теплотехнической однородности соответствующего ограждения, а множитель 0.8 соответствует средней доле термического сопротивления слоя теплоизоляции в общем сопротивлении ограждения теплопередаче;

$A_i$  и  $R_i$  – площадь, м<sup>2</sup>, и сопротивление теплопередаче, м<sup>2</sup>·К/Вт, теплоизолируемых ограждающих конструкций оболочки здания: наружных стен, перекрытия над неотапливаемым подвалом или техническим подпольем, пола по грунту, чердачного перекрытия или покрытия и др.

Значения  $A_i$  принимаются по архитектурно-строительным чертежам, а  $R_i$  – по нормативным документам, например по табл. 3 [1] (см. *пример 1*), или по рекомендациям [2] (в зависимости от сравниваемого варианта устройства теплозащиты ограждений). С помощью [2] расчет сопротивлений теплопередаче  $R_{i,2}$  по варианту с более высокой теплозащитой производится по методике, основанной на технико-экономической оптимизации теплозащитных свойств несвето-прозрачных ограждений, исходя из текущей стоимости теплоизоляционных материалов и единовременных затрат на устройство теплоизоляции. Соответствующая формула выглядит так:

$$R_{i,2} = m_0 R_{i,1}; \quad m_0 = n \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{1+(B-1)}{n}} \right]; \quad B = \frac{C_p}{R_{i,1} \lambda_{mi} C_{mi}}, \quad (2a)$$

где  $R_{i,1}$  – сопротивление теплопередаче, (м<sup>2</sup>·К)/Вт, по варианту с более низкой теплозащитой, принимаемое по санитарно-гигиеническим требованиям [2];  $n = r_{i,1}/r_{i,2}$  – отношение коэффици-

ентов теплотехнической однородности ограждающих конструкций соответственно до и после утепления;  $C_p$ , руб/м<sup>2</sup> – стоимость дополнительных единовременных затрат на повышение теплозащиты сверх стоимости материала утеплителя, т.е. стоимость работ по утеплению. При отсутствии других данных величину  $C_p$  можно принимать в размере около  $C_{mu}/10$ , т.е. эквивалентной стоимости теплоизоляционного материала толщиной 10 см.

## 1.2. Определение капитальных затрат на устройство системы отопления

На стадии разработки ТЭО данные затраты  $K_{om}$  можно оценить по укрупненным показателям по формуле (3)

$$K_{om} = \Sigma C_{om} \cdot \Sigma Q_{om}, \text{ руб.}, \quad (3)$$

где  $\Sigma Q_{om}$  – мощность системы отопления, кВт;

$C_{om}$  – удельные расходы на 1 кВт мощности по основным составляющим сметной стоимости системы. Их значения по среднерыночным данным 2010 г. и 2013 г. можно определить с помощью табл. 2. Если величина  $\Sigma Q_{om}$  неизвестна, ее можно оценить по выражению

$$\Sigma Q_{om}^{op} = \beta_1 \cdot \beta_2 \sum (n_i \cdot A_i / R_i) \cdot (t_g - t_{H5}) \cdot 10^{-3}, \text{ кВт}, \quad (4)$$

где  $\beta_1$  – коэффициент, учитывающий добавочные потери теплоты через ограждения, для жилых зданий  $\beta_1 = 1.13$ , для общественных  $\beta_1 = 1.10$  [2];

$\beta_2$  – коэффициент учета округления тепловой мощности отопительных приборов: для протяженных зданий  $\beta_2 = 1.13$ , для зданий башенного типа  $\beta_2 = 1.11$  [2];

$n \leq 1$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху. Для основных ограждений используются значения: наружные стены, окна, бесчердачные покрытия, полы по грунту – 1; чердачные перекрытия – 0.9; полы над неотапливаемыми подвалами – 0.6 (табл. 6 [3]);

$A_i$  и  $R_i$  – площадь, м<sup>2</sup>, и сопротивление теплопередаче, м<sup>2</sup>·К/Вт, всех теплоотражающих ограждающих конструкций оболочки здания (наружных стен, окон, балконных дверей, перекрытия над неотапливаемым подвалом или техническим подпольем, пола по грунту, чердачного перекрытия или покрытия и др.);

$t_6$  – средняя температура внутреннего воздуха в здании, °С – минимальная из допустимых в холодный период года по требованиям [4] для преобладающих помещений;

$t_{н5}$  – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года по параметрам «Б», т.е. средняя температура, °С, наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0.92 по [5].

**Таблица 2**

Удельная стоимость оборудования и работ для систем отопления

Наименование оборудования	Ед. изм.	Кол-во на 1 кВт	Стоимость, руб.	
			2010 г.	2013 г.
Радиаторы чугунные	секция/кВт*	6–8	250–270/ 1300–1500*	350–430/ 1900–2350*
Конвекторы (РФ)	шт./кВт*	1	от 470 / 1300–1500*	От 700/ 1400–1700*
Радиаторы панельные	шт./кВт*	1	от 1100 / 3000–3500*	от 1900/ 3500–5000*
Термоклапаны	шт.	1	400–450	550–600
Краны шаровые (** при отсутствии термоклапанов)	шт.	1.5 (2.5**)	75–80 (Dy15); 110– 120 (Dy20)	100–110 (Dy15); 120–140 (Dy20)
Трубы стальные водогазопроводные	п.м.	7–10	40–65 (или 24–32 тыс. руб за 1 т)	70–90 (или 40–50 тыс. руб за 1 т)
Трубы металлопластиковые	п.м.	7–10	30–45	40–60
Трубы полимерные	п.м.	7–10	16–20	20–30
Насосы	шт.	2 на систему	3900–4500	4500–6000
Прочие расходы	кВт	–	400–600	600–800
Монтаж и наладка	–	–	50–60% от стоимости оборудования	

Следует только иметь в виду, что с изменением величины  $\Sigma Q_{от}$ , вообще говоря, меняется и стоимость оборудования системы теплоснабжения здания, а также затраты на подключение здания к наружным тепловым сетям (при централизованном теплоснабжении). Изменяются также и затраты на подключение к электросетям в зависимости от установленной электрической мощности приводов инженерных систем, расчет которой приводится в п. 2.1. Однако в данной работе это обстоятельство в основном не рассматривается, за

исключением Примера 5 Главы 3, поскольку здесь речь идет непосредственно о самом здании и его внутреннем инженерном оборудовании. Справочно можно отметить, что по данным ОАО «Мосэнергосбыт» стоимость подключения к электросетям при мощности оборудования в пределах 10 – 100 кВт составляет около 45000 руб/кВт (2011 г.), к теплосетям – около 11500 руб/кВт по данным ОАО «МОЭК» (2012 г.) с соответствующим пересчетом к необходимой размерности. Следует, однако, иметь в виду, что при осуществлении энергосберегающих мероприятий установленная тепловая мощность обычно уменьшается, а электрическая увеличивается (см., в частности, Пример 5 Главы 3), поэтому при учете стоимости подключения эти обстоятельства практически компенсируют друг друга.

### 1.3. Расчет капитальных затрат на устройство систем вентиляции или кондиционирования воздуха

На стадии разработки ТЭО данные затраты  $K_{вент}$  можно оценить по укрупненным показателям по формуле (5):

$$K_{вент} = \Sigma C_{вент} \cdot L, \text{ руб.}, \quad (5)$$

где  $L$  – воздухопроизводительность системы, тыс. м<sup>3</sup>/ч;

$C_{вент}$  – удельные расходы на 1 тыс. м<sup>3</sup>/ч воздухопроизводительности для основных составляющих сметной стоимости системы. Их значения по среднерыночным данным 2010 г. и 2013 г. можно определить с помощью табл. 3. Если величина  $L$  неизвестна, ее можно оценить по выражению  $L = Kp \cdot V_{зд}$ , где  $V_{зд}$  – отапливаемый объем здания, тыс. м<sup>3</sup>, определяемый по архитектурно-строительным чертежам;  $Kp$  – средняя кратность воздухообмена для характерных помещений здания, ч<sup>-1</sup>, принимаемая по справочным данным, например [6], или ориентировочно по табл. 3а.

**Таблица 3**

Стоимость оборудования и работ для систем вентиляции

Наименование оборудования	Ед. изм.	Кол-во на 1 тыс. м <sup>3</sup> /ч	Стоимость, руб.	
			2010 г.	2013 г.
Воздуховоды спиральные (с комплектующими)	м <sup>2</sup> поверхности	4 – 7	280 – 500	340 – 600
Воздуховоды сварные (с комплектующими)	То же	4 – 7	600 – 800	700 – 1000

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ

Расчеты производятся для составляющих энергетического баланса, относящихся к работе систем, варианты устройства которых сравниваются в проекте, с использованием методики [7], адаптированной для применения на стадии ТЭО. При этом учитывается стоимостное выражение всех ресурсов и все существующие условия работы инженерных систем обеспечения микроклимата здания.

### 2.1. Затраты на электроэнергию

Затраты, связанные с потреблением электроэнергии системой отопления, вентиляции или кондиционирования воздуха (В и КВ), вычисляются по формуле (6)

$$\mathcal{E}_{эл} = Z_p \cdot N_{раб} \cdot N_{уст} \cdot C_{эл}, \text{ руб./год}, \quad (6)$$

где  $Z_p$  – продолжительность работы отопительного или вентиляционного оборудования в течение суток, ч;

$N_{раб}$  – число рабочих дней в году, определяемое по режиму работы объекта;

$N_{уст}$  – установочная мощность оборудования (электродвигателей насосов, вентиляторов и компрессоров), кВт;

$C_{эл}$  – стоимость электроэнергии, руб./кВт·ч, принимаемая в зависимости от типа потребителя по *табл. 5*. Для систем В и КВ установочную мощность по укрупненным показателям можно оценить по данным *табл. 4*.

**Таблица 4**

Удельная мощность вентиляционных агрегатов систем В и КВ

Тип системы	Мощность, кВт на 1 тыс. м <sup>3</sup> /ч	Увеличение мощности при использовании теплоутилизации
Приточная	0.3–0.4	0.05
Приточная КВ	0.45–0.55	0.05
Вытяжная	0.25–0.3	0.1



Научное издание

**Олег Дмитриевич Самарин**

# **ВОПРОСЫ ЭКОНОМИКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ МИКРОКЛИМАТА ЗДАНИЙ**

*2-е издание, переработанное и дополненное*

Редактор: *В.Ш. Мерзлякова*

Дизайн обложки: *Н.С. Романова, Т.Негрозова*

Компьютерная верстка: *О.В. Лютова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98. Формат 60x90/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Усл. 8,5 п.л. Заказ №

ООО «Издательство АСВ»  
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511  
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: [iasv@iasv.ru](mailto:iasv@iasv.ru), <http://www.iasv.ru/>