

# Выбор критериев для экологической оценки строительных технологий

**С.А. Кобелева**, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс», г. Орел

e-mail: ksa92@ya.ru

## Ключевые слова:

общее потребление энергии;  
загрязняющие выбросы;  
потребление природных ресурсов.

*Топливо-энергетический комплекс и строительная отрасль относятся к числу основных источников загрязнения окружающей природной среды. В статье проанализированы основные техногенные выбросы, приведены расчеты энергоемкости зданий. Для оценки вклада строительных технологий в экологические проблемы предложены следующие критерии: общее потребление энергии, выбросы загрязняющих веществ в биосферу, потребление природных ресурсов.*

## 1. Введение

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК), строительство, жилищно-коммунальное хозяйство — важнейшие отрасли, формирующие техносферу.

Современный ТЭК представляет собой сложную межотраслевую систему добычи сырья, производства топлива и энергии, их транспортировки, распределения и использования. ТЭК — один из основных источников загрязнения окружающей природной среды. Так, в Российской Федерации основная масса техногенных выбросов в атмосферу формируется нефтедобычей, электроэнергетикой, угольной, газовой и нефтеперерабатывающей отраслями промышленности [1]. В результате производственной деятельности ТЭК в окружающую среду поступают:

- при выбросах в атмосферу: углеводороды, сероводород, оксиды азота, сажа, оксид углерода, сернистый ангидрид и др.;
- при сбросе в водные объекты и на рельеф местности: нефть, нефтепродукты, пластовые минеральные воды, синтетические поверхностно-активные вещества, ингибиторы коррозии и химические реагенты, буровые сточные воды и т.п.

Например, по данным Федеральной службы государственной статистики [2], за 2012 г. выбросы в атмосферу загрязняющих веществ составили: при добыче топливо-энергетических полезных ископаемых — 5216.6 тыс. т, производстве и распределении электроэнергии, газа и воды — 4071.2 тыс. т.

В условиях растущего дефицита топливо-энергетических и природно-сырьевых ресурсов, ухудшения экологической обстановки энерго- и ресурсосбережение выступают как условие повышения эффективности деятельности ТЭК, а также конечных потребителей и сопутствующих отраслей промышленности. Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство создают технологический спрос на продукцию ТЭК. На уровень энергопотребления в строительной отрасли определяющее влияние оказывает целенаправленная государственная энергосберегающая политика, которая предусматривает ужесточение энергетических стандартов на строительные технологии, оборудование, применение ресурсов и энергоэффективных материалов.

К 2020 г. планируется снижение энергоёмкости ВВП Российской Федерации на 40% к уровню 2007 г. Задача перевода экономики России на энергосберегающий путь развития не может быть решена без широкого использования организационно-технического потенциала энергосбережения в строительстве и жилищно-коммунальном комплексе.

Таким образом, уменьшение экологических издержек ТЭК и строительной отрасли невозможно без уменьшения потока ресурсов, извлекаемых из биосферы, комплексного и многократного использования извлеченных из добытого сырья полезных элементов в рамках замкнутых циклов их использования, а также снижения выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду [3].

## 2. Состояние изученности проблемы

Техносфера, созданная самим человеком с целью максимального удовлетворения его потребностей, сделала жизнь человеческой цивилизации значительно комфортнее, однако она стала и основной угрозой человеку как живому виду. Конфликт между человеческой цивилизацией и природой существовал практически во все времена. Сейчас конфликт стал глобальным и угрожает существованию человечества. Этой проблеме посвящено большое количество исследований, публикаций и действий правительств и международных организаций.

Проблематика теоретического осмысления глобальных угроз и предложения по выходу из кризиса нашли отражение в работах В.И. Данилова-Данильяна, К.С. Лосева, А.Д. Урсула, Г. Дейли, Дж. Кобба, Д. Кортена и других ученых.

На современном этапе развивается междисциплинарный подход к проблемам «биосфера — человек — техносфера». Появляются теории и концепции будущего развития человечества, главной целью которых выступает переход к сбалансированному развитию.

Учитывая значительный удельный вес строительно-технических систем в объеме техносферы, заслуживает отдельного внимания концепция биосферной совместимости регионов, городов и поселений, развивающих человека, сформулированная Российской академией архитектуры и строительных наук [4] и получившая практическое применение и развитие в работах В.А. Ильичева, В.И. Колчунова, Н.В. Бакаевой, А.В. Берсенева, В.А. Гордона и др. В определенном смысле концепция биосферной совместимости следует традициям отечественной философской мысли, объединяющей общее и частное, гуманитарное и предметно-вещественное, социум и биосферу.

Концепция биосферной совместимости представляет собой единое комплексное многопрофильное исследование проблемы формирования социально-экономических и гуманитарных механизмов прогрессивного развития людей, технологий, организаций, товаров и биосферы в целом. В рамках этой концепции сущность прогрессивного развития городов заключается в расширении пространства и времени симбиотической жизни биосферы и человека. Это прогрессивное развитие необходимо считать критерием для процесса создания нововведений на всех его стадиях: научно-исследовательская работа, проектирование, строительство, производство и потребление инновационного продукта.

Вопрос о разделении технических инноваций на прогрессивные и регрессивные решается в зависимости от их воздействия на симбиотическую жизнь биосферы и будущих поколений людей. Если технологии сокращают пространство и время симбиотиче-

ской жизни биосферы и человека — они регрессивны, если расширяют — прогрессивны [5].

При проектировании и строительстве современных зданий оценка их энергоэффективности, в том числе и в соответствии с действующими нормативными документами, производится, как правило, только на стадии эксплуатации. В то же время с позиций биосферосовместимых технологий (в научно-технических документах ЕС используется эквивалентный термин «самоподдерживающееся развитие») оценка энергоэффективности зданий должна производиться на всех стадиях жизненного цикла, начиная от добычи природно-сырьевых ресурсов и производства строительных материалов, изделий и конструкций из природного или техногенного сырья, строительства и эксплуатации здания и заканчивая энергоэффективностью его утилизации. Исследования энергоэффективности зданий в такой постановке в полном объеме у нас в стране не производились.

## 3. Аналитический расчет

При производстве строительных материалов, возведении зданий, их эксплуатации расходуются различные виды природных ресурсов (глина, песок, известняк и т.п.), а также тепловая и электрическая энергия. В рамках фундаментальных поисковых и прикладных научно-исследовательских работ Российской академии архитектуры и строительных наук на 2011–2012 гг. выполнена работа по теме «Разработка методологических основ проектирования комфортных энергосберегающих зданий, обеспечивающих эффективное использование энергии на стадии производства строительных материалов, строительства и эксплуатации зданий» [6].

Под полной энергоемкостью здания понимается величина потребления топливно-энергетических ресурсов на основные и вспомогательные технологические процессы изготовления строительной продукции, выполнение строительного-монтажных работ, эксплуатацию зданий, которая определяется по формуле (1):

$$\Theta = \Theta_{\text{произ.}} + \Theta_{\text{смр}} + \Theta_{\text{экср.}} \quad (1)$$

где:  $\Theta$  — полная энергоемкость здания, тонн условного топлива (т у.т.);

$\Theta_{\text{произ.}}$  — энергоемкость при производстве строительных материалов, изделий, конструкций, т у.т.;

$\Theta_{\text{смр}}$  — энергоемкость при возведении здания, т у.т.;

$\Theta_{\text{экср.}}$  — энергоемкость при эксплуатации здания, т у.т.

По формуле (1) были выполнены расчеты полной энергоемкости жилых зданий (табл. 1), проекты которых включены в «Федеральный банк данных проектирования объектов капитального строительства и наиболее экономически эффективных проектов

Таблица 1

Результаты расчета полной энергоёмкости жилых зданий

№ п/п	Наименование показателя, единица измерения	Проект № 1	Проект № 2	Проект № 3
1	Краткая конструктивная характеристика проекта	Бескаркасное здание с поперечными и продольными несущими кирпичными стенами, перекрытия – сборные железобетонные плиты; фундамент свайный с монолитным ростверком	Бескаркасное здание с несущими поперечными стенами, продольными диафрагмами жесткости и монолитными железобетонными перекрытиями; фундамент – железобетонный плитный; наружные стены – система навесного вентилируемого фасада	Широко корпусный жилой дом, несущий внутренний железобетонный каркас из стеновых панельных элементов с поэтажным опиранием наружных стен из энергоэффективных материалов; фундамент свайный с монолитным ростверком
2	Общая площадь, м <sup>2</sup>	7391,32	6558,50	5127,21
3	Построечные трудовые затраты, тыс.чел.-ч	253,60	196,80	102,51
4	Сметная стоимость строительно-монтажных работ в базисных сметных ценах по состоянию на 01.01.2000 (без учета НДС), тыс.руб.	25490,59	17559,90	10505,70
5	Энергоёмкость при производстве строительных материалов, изделий, конструкций, т у.т.	5486	4235	3146
6	Энергоёмкость при возведении здания, т у.т.	11083	7705	4701
7	Энергоёмкость при эксплуатации здания, т у.т.	11015	8651	7149
8	Полная энергоёмкость здания, т у.т.	27584	20591	14996
9	Удельная энергоёмкость, т у.т./м <sup>2</sup>	3,73	3,14	2,92

повторного применения». Все проекты, участвовавшие в расчете, предназначены для строительства в одной климатической зоне с использованием местных строительных материалов, изделий и конструкций.

Таким образом, учет энергоэффективности на всех стадиях жизненного цикла строительной продукции и, в частности в конструктивных системах зданий и сооружений, может в корне изменить представления об эффективности тех или иных конструкций, материалов и технологий, применяемых в строительстве. Проведенный анализ конструктивных систем показал, что к числу основных факторов, влияющих на ресурсосбережение при проектировании и строительстве зданий, относятся: рациональный выбор объемно-планировочных и конструктивных решений, срок службы, снижение ресурсоемкости зданий и, как результат — снижение использования невозобновляемых природных ресурсов.

#### 4. Результаты и их обсуждение

При оценке вклада строительных технологий в экологические проблемы необходимо руководствоваться следующими критериями: общее потребление энергии; выбросы загрязняющих веществ в биосферу; потребление природных ресурсов.

Для унификации количества потребляемой энергии вне зависимости от вида энергоносителя, применяются различные обобщающие коэффициенты, например, единица условного топлива, угольный эквивалент, нефтяной эквивалент и др. (табл. 2).

Одним из универсальных показателей является количество полученной электроэнергии — кВт·ч. Из расчета, приведенного в табл. 1, следует, что за счет применения строительных проектов с меньшей энергоёмкостью можно сэкономить около 2500 кВт·ч

Таблица 2

Коэффициенты пересчета в условное топливо по угольному эквиваленту [7]

№ п/п	Вид топлива	Единица измерения	Коэффициент пересчета в условное топливо по угольному эквиваленту
1	Уголь каменный	т	0,768
2	Нефть, включая газовый конденсат	т	1,430
3	Газ горючий природный (естественный)	тыс. м <sup>3</sup>	1,154
4	Мазут топочный	т	1,370
5	Электроэнергия	кВт·ч	0,3445
6	Тепловая энергия	Гкал	0,1486

Таблица 3

№ п/п	Вид топлива	Удельный выброс загрязняющих веществ при сжигании различных видов топлива			
		Загрязняющее вещество, кг/т у.т.			
		твердые вещества	углеводороды	оксид азота	оксид серы
1	Газ горючий природный (естественный)	0,05–2	0,03–0,3	5–20	0,01–0,02
2	Мазут топочный	2–4	0,17–1,5	5–20	3–30
3	Уголь каменный	1–100	0,1–1,2	3–15	10–90

алектроэнергии на один квадратный метр общей площади здания в течение всего жизненного цикла.

При применении строительных технологий происходит загрязнение природной среды, объем которого в наибольшей степени определяется количеством энергии (соответственно расходом топливно-энергетических ресурсов на её выработку), затраченной при создании строительной продукции. Выход отходов при сжигании различного топлива по данным [8] приведен в табл. 3.

Работа [3] была посвящена оценке ресурсоемкости строительной продукции с помощью

MIPS-анализа. Параметр MIPS показывает, какое количество природных ресурсов, начиная от их извлечения из биосферы, используется для получения данного полезного продукта или услуги. Потребляемые ресурсы во время производства, использования и рециклирования отходов продукта пересчитываются в количество используемых природных ресурсов (абиотических, биотических, почвы, воды, воздуха) с помощью специальных переводных коэффициентов, или MI-чисел — «экологических рюкзаков». Например, для производства 1 кВт·ч электрической энергии (MI = 0.41) расходуется 0.41 кг природных ресурсов. Рассмотренная методика позволяет оценить расход природных ресурсов на здание в целом.

### 5. Заключение

Введение единых индикаторов (общее потребление энергии, выбросы загрязняющих веществ в биосферу, потребление природных ресурсов) в строительной отрасли позволяет ставить цели и задачи по энерго- и ресурсосбережению с позиций биосферосовместимых технологий, обеспечивающих прогрессивность строительной продукции.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кутыин Н.Г. Экологические проблемы и безопасность топливно-энергетического комплекса России // Безопасность труда в промышленности. 2008. № 12. — С. 4–7.
2. Бюллетень «Охрана окружающей среды в России-2012» / Федеральная службы государственной статистики. [http://www.gks.ru/wps/statistics/publications/catalog/doc\\_1140094699578](http://www.gks.ru/wps/statistics/publications/catalog/doc_1140094699578).
3. Кобелева С.А. Управление ресурсами биосферы при создании строительной продукции // Безопасность в техносфере. 2012. № 4. — С. 17–20.
4. Ильичев В.А. Биосферная совместимость: Технологии внедрения инноваций. Города, развивающие человека. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. — 240 с.
5. Ильичев В.А., Колчунов В.И., Гордон В.А. К количественной оценке баланса биосферосовместимого и развивающего человека города // Биосфера. 2011. № 4. — С. 12–18.
6. Кобелева С.А. Сравнение архитектурно-конструктивных решений жилых зданий по критерию полной энергоёмкости // Жилищное строительство. 2012. № 7. — С. 48–50.
7. Артюхов В.В., Забелин С.И., Лебелева Е.В., Мартынов А.С. Рейтинги устойчивого развития регионов России. — М.: «Интерфакс», 2011. — 96 с.
8. Хансевичев Р.И. Влияние топливно-энергетического комплекса на окружающую среду // Экономические науки. 2012. № 1 (86). — С. 130–134.

## Choice of Criteria for Ecological Assessment of Construction Technologies

S.A. Kobeleva, Ph.D. of Engineering, Associate Professor, FSBHEI "The State University – Educational Scientific-Industrial Complex", Orel

*The fuel-energy complex and the construction industry are ones of the main sources of environment pollution. The main man-made emissions have been analyzed, and calculations of buildings' energy consumption have been presented in this paper. To assess the contribution of construction technologies in environmental issues it has been proposed the following criteria: total energy consumption; emissions of polluting substances in the biosphere; natural resources consumption.*

**Keywords:** total energy consumption; polluting emissions; natural resources consumption.