

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

*А. Р. Лебединская*

*Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону, Россия)*

Цель данной статьи связана с необходимостью поиска энергоэффективных решений при проектировании тепловой защиты зданий. Учет обязательных требований энергосбережения и энергоэффективности в строительной отрасли повлек за собой корректировку нормативной строительной документации. Архитекторам и проектировщикам необходимо учитывать аспекты энергосбережения путем совершенствования архитектурно-планировочных решений, применения наружных ограждающих конструкций оболочки здания с необходимым уровнем теплозащиты.

В статье проанализированы основные особенности работы современных компьютерных программ расчета тепловой защиты здания, показана необходимость творческого использования компьютерных программ для расчета тепловой защиты оболочки здания, чтобы максимально удовлетворить современным требованиям энергетической эффективности и энергосбережения и защиты окружающей среды. Аналогичная детализация в расчете обусловлена прежде всего тем, что, несмотря на все более совершенствующиеся возможности компьютерных программ, введение в расчет фасада здания в целом и, соответственно, получение значения приведенного сопротивления теплопередачи является пока нереализованной программными средствами задачей.

Это обусловлено как ограниченными возможностями существующих программ, так и необходимостью учета и соответствующей детализации конкретных отдельных конструктивных элементов. Совершенствование программных инструментов в помощь проектировщику и архитектору – задача недалекого будущего.

**Ключевые слова:** *энергосбережение, энергоэффективность, тепловая защита, ограждающие конструкции, компьютерные программы, теплозащитная оболочка здания, микроклимат помещения, энергоресурсы, влажностное состояние ограждающей конструкции, потери тепловой энергии.*

The purpose of this article is associated with the need to find energy-efficient solutions in the design of thermal protection of buildings. Regulatory requirements of energy saving and energy efficiency in the construction industry has led to an adjustment of the normative construction documents. Architects and designers must take into account aspects of energy saving by improving the architectural and planning decisions, the use of external walling of the building envelope with the required level of thermal performance.

The article analyzes the main features of the modern computer programs for calculating thermal protection of buildings, shows the need for creative use of computer programs to calculate the thermal protection of the building envelope to best meet the modern requirements of energy efficiency and energy saving and environmental protection. Similar detail based primarily due to the fact that in spite of all perfection is possible more computer programs, introduction to the calculation of the facade of the building as a whole, and thus to obtain the values of reduced resistance to heat transfer is yet unrealized software problem.

This is due to the limited possibilities of existing programs and the need to consider appropriate and specific details of individual components. Improving the software tools to help designers and architects is a task for the near future.

**Keywords:** *energy savings, energy efficiency, thermal performance of a building, computer programs, heat protection enclosure of a building, indoor climate of a premise, energy resources, moisture condition of a enclosing, heat loss.*

Одной из важнейших задач развития науки и техники в Российской Федерации сегодня является укрепление курса на энергоэффективность и энергосбережение во всех отраслях экономики [1]. На сегодняшний момент разработаны теоретические основы решения задач энергосбережения в строительной отрасли. В создание энергетической концепции проектирования зданий большой вклад внесли российские ученые, такие как В. Н. Богословский [3], Ю. А. Табунщиков [4, 5], В. Г. Гагарин [6–8] и др.

Учет обязательных требований энергосбережения и энергоэффективности в строительную отрасль повлекло за собой корректировку нормативной строительной документации. Актуальность проблемы энергосбережения в строительной отрасли для России состоит еще в том, что ее территория свыше 80 %, является отапливаемой и в холодные месяцы потребление энергоресурсов вырастает еще на 30–50 млн т у. т., а годовое производство теплоты в стране оценивается величиной 2400–2460 млн. Гкал и поэтому здесь имеется существенный для экономики страны в целом ресурс энергосбережения, так как здесь в настоящее время затрачивается примерно 45 % всех энергетических ресурсов, расходуемых в России. Поэтому при современном строительстве архитекторам и проектировщикам обязательно необходимо учитывать эти аспекты в работе прежде всего 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. Специалистам приходится решать сложную многокритериальную задачу с несколькими переменными, расчеты по поиску решения в рамках которой являются достаточно трудоемкими и достаточно времени-затратными. Ошибки при выполнении расчетов являются частой причиной нарушения требований тепловой защиты конструкции, причиной выпадения конденсата на внутренней поверхности сопряжений и промерзания ограждающих конструкций с частичной или полной потерей своих теплозащитных функций.

Решению проблемы гармонизации отечественной нормативной базы по теплозащите и энергоэффективности зданий, исследованию теплозащитных свойств и долговечности наружных ограждающих конструкций, оценке влияния уровня теплозащиты ограждающих конструкций на потери тепловой энергии в здании посвящены работы российских ученых [6, 7]. В 2013 г. введены в действие очень важные нормативные документы: Свод правил

СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» [2] и СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*» [3], в которых разработчики успешно решили ряд задач, первостепенными из которых являются повышение эффективности проводимых мероприятий по энергосбережению при проектировании зданий за счет неиспользованных резервов, гармонизация документа с зарубежными нормами, включение в нормативные документы необходимых методик расчета нормируемых теплофизических показателей, устранение ошибок, выявленных в прежних редакциях, обеспечение возможности использования документа для проектирования новых ограждающих конструкций с повышенными теплозащитными свойствами, заложение основ для дальнейшего развития нормирования теплофизических свойств ограждающих конструкций, актуализация климатических данных по территориям.

Таким образом, владение методами работы в рамках энергоэффективного подхода является обязательным требованием, предъявляемым к специалистам, работающим в области строительства и архитектуры. Добиться максимальной энергетической эффективности при минимальных затратах энергии можно при учете следующих основополагающих факторов: наружный климат, микроклимат помещений, теплозащита, энергоемкость, долговечность, вентиляция, архитектурно-планировочные решения зданий и районов застройки, электроснабжение, горячее водоснабжение, возобновляемые источники энергии, экология и нормативно-правовое законодательство. Игнорирование одного или нескольких из этих факторов ведет к повышению затрат энергии и снижению энергетической эффективности строительства. Положительный результат по обеспечению комфорта в помещениях зданий и районах застройки с минимальным расходом органического топлива и человеческого живого труда можно получить путем оптимального сочетания названных факторов. Чтобы существенно облегчить поиск решения в этом направлении архитекторам и проектировщикам необходимо использование компьютерных инструментов для автоматизации процесса расчетов по тепло- и массопереносу через оболочку здания с максимальным учетом требований с нормативной документацией в заданных климатических условиях.

На сегодняшний день известны и активно используются находящиеся в свободном доступе в Интернете несколько программных комплексов, такие как «LIT THERMO ENGINEER», «TEMPER-3D», «Энергоаудит зданий, строений, сооружений», «Энергоэффективность и тепловая защита зданий (ЭНТЕЗА)», «ТеРеМОК», онлайн-калькулятор «SMARTCALC» и др., которые позволяют автоматизировать следующие расчеты:

- расчет приведенного сопротивления теплопередачи фрагмента теплозащитной оболочки здания или любой выделенной ограждающей конструкции;

- расчет ГСОП и требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции с использованием данных СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99»;
- графическое построение профилей температуры, распределения влажности, определение температуры влажконденсации и зоны выпадения конденсата внутри ограждающей конструкции;
- определение нормируемой и расчетной удельной теплозащитной характеристики элементов ограждающей конструкции здания;
- расчет теплового потока через ограждающую конструкцию здания;
- расчет коэффициентов удельных тепловых потерь через узлы неоднородности ограждающих конструкций;
- интерполяция данных таблиц для неоднородных включений;
- учет влияния материалов с паронепроницаемыми и фольгированными слоями на теплофизические характеристики ограждающей конструкции;
- расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию;
- визуализация результатов расчетов.

На сегодняшний день требуют решения такие пока еще не решенные в массовом порядке программным способом задачи такие, как расчет защиты от переувлажнения, оценка эффективности использования отражающей изоляции при ее использовании с внутренней стороны ограждающей конструкции здания, расчет ограждений с навесными фасадами и вентилируемой воздушной прослойкой, выдача рекомендаций по выбору состава материалов и расположения слоев с учетом стоимости материалов и требований к характеристикам ограждающей конструкции здания, подготовка документов для энергетического паспорта здания.

Особенностью современных версий вышеупомянутых программ является учет изменений в методике расчета теплового и влажностного режимов эксплуатации конструктивных элементов зданий. Умение применять программы уже с реализованными функциями позволяет значительно облегчить процесс расчета теплового контура здания в соответствии с новыми требованиями к тепловой защите здания, в первую очередь, одновременном выполнении трех условий:

- приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования);
- удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (комплексное требование);
- температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).

Следует отметить, что проводимые обязательные расчеты по тепловой защите оболочки здания полностью не детерминированы, так как не исключают необходимости учета полученных промежуточных результатов при дальнейшем решении. Поэтому любой программный инструмент должен обладать обязательной интерактивностью для того, чтобы на любом этапе расчетов можно было получить несколько вариантов решения, внести корректировку в дальнейший расчет, получить прогнозы по каждому сценарию расчета для наиболее полной реализации творческого архитектурного замысла. Программные комплексы должны стать необходимым помощником в творческой деятельности, а не простой заменой калькулятора с непонятным механизмом действия. Хотя и большинство расчетных параметров здания на момент расчета известны заранее, поиск верного решения все равно связан с учетом многих разновесных факторов. Так, для оценки уровня тепловой защиты здания в теплозащитной оболочке здания необходимо выделять отдельные фрагменты, которые, в частности, могут состоять из одной ограждающей конструкции или некоторых конструктивных узлов. Формально задача выбора расчетной области может сводиться к следующим частным случаям:

- разбиение фасада здания или промежуточного этажа на отдельные фрагменты;
- выбор расчетной области фрагмента для расчета температурного поля;
- выбор расчетной области для оценки температурного режима отдельных узлов.

Подобная детализация в расчете обусловлена прежде всего тем, что несмотря на все более расширяющиеся возможности компьютерных программ, введение в расчет фасада здания в целом, и соответственно получение величины приведенного сопротивления теплопередачи, является пока нереализованной программными средствами задачей. И обусловлено это как ограниченными возможностями существующих программ, так и необходимостью учета и соответствующей детализации конкретных отдельных конструктивных элементов. Решение о том, как производить разбиение, на каком этапе скорректировать детализацию фасада, необходимо принимать решение специалисту, а не компьютерной программе. Оценку промежуточных этапов расчета и составление общих рекомендаций по их результатам результативно может производиться с учетом практического опыта строительства, учтенного в подсоединенных базах данных. Однако это может сделать программный инструмент для расчета очень громоздким. Совершенствование программных инструментов в помощь проектировщику и архитектору – задача недалекого будущего.

### Список литературы

1. Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений и сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов : Постановление Правительства РФ от 25.01.2011 г. № 18.
2. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
3. 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 т.]. М. : НИИСФ РААСН, 1997. Т. 1. С. 7–9.
4. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания. М. : АВОК–ПРЕСС, 2003. 200 с.
5. 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. С. 4–9.
6. 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.
7. Гагарин В. Г., Пастушков П. П. Количественная оценка энергоэффективности энергосберегающих мероприятий // Строительные материалы. 2013. № 3. С. 7–9.
8. Гагарин В. Г., Пастушков П. П. Об оценке энергетической эффективности энергосберегающих мероприятий // Инженерные системы. АВОК – Северо-Запад. 2014. № 2. С. 26–29.

УДК 004.9; 378.1

## ВНЕДРЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ BIM В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС СТРОИТЕЛЬНОГО ВУЗА

*Д. П. Ануфриев, И. Ю. Петрова, О. М. Шикунская*  
*Астраханский инженерно-строительный институт (Россия)*

В статье рассмотрены основные особенности BIM-технологии и новые требования в организации учебного процесса в строительном вузе, в основе которых лежит совместная работа студентов, преподавателей и супервайзеров со стороны предприятий со всем объемом информации об объекте строительства. Предложено использовать подходы Всемирной инициативы CDIO. Показано соответствие между декларируемыми целями и технологиями информационного моделирования объектов промышленного и гражданского строительства и целями и технологиями инициативы CDIO. Сформирована логика инновационного образовательного процесса в строительном вузе на основе BIM-технологии и подходов CDIO. На объединении принципов BIM-технологии и CDIO базируется программа подготовки бакалавров по открытому в 2015 г. в Астраханском инженерно-строительном институте новому профилю «Информационно-строительный инжиниринг» в рамках ФГОС ВО 08.03.01 «Строительство».

*Ключевые слова:* Building Information Modeling, BIM-технология, всемирная инициатива CDIO, строительный вуз, образовательный процесс, жизненный цикл.