

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Методические указания
по курсовому проектированию

Под общей редакцией доктора технических наук,
профессора Ю.П. Скачкова

Пенза 2013

УДК 728:699.86(075.8)

ББК 38.711:31.19я73

Э65

*Методические указания подготовлены в рамках проекта
«ПГУАС – региональный центр повышения качества подготовки
высококвалифицированных кадров для строительной отрасли»
(конкурс Министерства образования и науки Российской Федерации –
«Кадры для регионов»)*

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензент – кандидат технических наук,
доцент О.Л. Викторова
(ПГУАС)

Энергетическая эффективность жилых зданий: метод. указания по курсовому проектированию / Ю.М. Пучков, Ю.А. Матиева; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 16 с.

Представлено содержание расчётно-пояснительной записки и графической части курсового проекта, изложена последовательность его выполнения, приведены необходимые библиографические ссылки.

Методические указания направлены на освоение нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест; овладение методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных прикладных расчетных и графических пакетов.

Подготовлены на кафедре «Городское строительство и архитектура» и базовой кафедре ПГУАС при ООО «Гражданпроект» и предназначены для студентов, обучающихся по направлению 270800 «Строительство» (бакалавриат).

© Пензенский государственный
университет архитектуры и строительства, 2013
© Пучков Ю.М., Матиева Ю.А., 2013

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с правилами и нормами технической эксплуатации жилищного фонда техническая эксплуатация зданий представляет собой их использование по функциональному назначению и проведение необходимых мероприятий по сохранению состояния конструкций здания и его оборудования, способных выполнять заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической документации.

Проведение технического обследования и оценка физического износа как отдельных конструкций, так и всего здания, исследование тепловой защиты здания на предмет её соответствия нормам, разработка мероприятий по утеплению наружных ограждающих конструкций зданий, составление энергетического паспорта здания – всё это имеет большое практическое значение в технической эксплуатации зданий и поэтому находит своё отражение в курсовом проектировании.

1. ПОЛУЧЕНИЕ ЗАДАНИЯ

Задание выдаётся каждому студенту индивидуально на бланке за подписью преподавателя, ведущего практические занятия в группе. Здесь приводится полное содержание бланка задания:

ЗАДАНИЕ

к выполнению курсового проекта

«Техническая эксплуатация жилых зданий»

по курсу «Техническая эксплуатация зданий, сооружений и городских территорий»

Студенту _____ группы _____

По результатам обследования «существующего» жилого здания определить его физический износ, составить перечень работ по ремонту; составить энергетический паспорт обследуемого здания и сделать вывод о соответствии его наружных ограждающих конструкций требованиям по тепловой защите зданий; утеплить стены, покрытие, пол первого этажа, заменить окна, составить энергетический паспорт утеплённого здания, выполнить графическую часть при следующих исходных данных:

– климатические условия: город _____

– объёмно-планировочное решение 2-этажного, 2-секционного жилого здания: планировка по варианту _____ из [11], высота этажа – 2,8 м;

– конструктивное решение и дефекты [4]:

фундаменты _____ крыша _____

стены _____ кровля _____

перегородки _____ полы _____

перекрытия _____ окна _____

лестницы _____ двери _____

– ориентация продольной оси здания: Север – Юг (затенение соседними зданиями отсутствует);

– относительная влажность воздуха в помещениях, $\varphi_{int} = 50; 55; 60\%$ (нужное подчеркнуть);

– температура воздуха в помещениях, $t_{int} = 20; 21; 22^{\circ}\text{C}$ (нужное подчеркнуть).

По индивидуальному заданию преподавателя описать мероприятия по технической эксплуатации основных конструкций здания.

Библиографический список

1. СНиП 23-02–2003. Тепловая защита зданий. – М.: Госстрой России, 2004.
2. СНИП 23-01–99. Строительная климатология. – М.: Госстрой России, 2000.
3. СНИП II-3–79*. Строительная теплотехника. – М.: Стройиздат, 1982.
4. ВСН 53–86 (р). Правила оценки физического износа жилых зданий. – М.: Госгражданстрой, 1988.
5. ГОСТ 24699–81. Окна и балконные двери деревянные со стеклопакетами и стёклами для жилых и общественных зданий. – М.: Издательство стандартов, 1982.
6. ГОСТ 16289–86. Окна и балконные двери деревянные с тройным остеклением для жилых и общественных зданий. – М.: Издательство стандартов, 1987.
7. Микульский В.Г. и др. Строительные материалы. – М., 1996.
8. Монастырёв П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2000.
9. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1973.
10. Шрейбер К.А. Вариантное проектирование при реконструкции жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1991.
11. Пучков Ю.М., Гаврилов А.К. Проектирование жилого здания: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Пенза: ПГАСА, 2008.

Дата выдачи задания _____ Дата сдачи курсового проекта _____
Руководитель _____

При выполнении курсового проекта у студента не будет возможности провести техническое обследование реально существующего жилого здания, поэтому в бланке задания слово «существующего» взято в кавычки.

В бланке задания в квадратных скобках указаны номера источников из прилагаемого библиографического списка. В источнике [11] студент берёт планировочную схему секции «существующего» жилого здания в соответствии с номером, указанным ему в задании; при этом он должен понимать, что это только симметричная половина его 2-секционного жилого здания по заданию. Полученную

планировочную схему он доводит до стадии рабочего чертежа плана 2-этажного, 2-секционного жилого здания, на основании которого выполняет чертёж разреза здания по лестничной клетке и фасад. При выполнении этих чертежей рекомендуется использовать масштабы 1:50, 1:100.

Из источника [4] берут заданные тремя числами дефекты указанных в бланке задания конструкций. Первое число обозначает номер таблицы источника [4], второе число – порядковый номер абзаца из графы «Признаки износа» таблицы, третье – количество признаков износа, перечисленных в абзаце.

Следует обратить внимание на то, что в таблицах источника [4] последняя графа называется «Примерный состав работ», которые рекомендуется провести для устранения тех или иных дефектов.

2. СОСТАВ И ОБЪЁМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из графической части и пояснительной записки к ней.

Готовый курсовой проект должен содержать на чертёжных листах:

1. Фасад – М 1:50, 1:100 (с изображением дефектов, их нумерацией и расшифровкой словами).
2. Таблицу «Определение физического износа здания».
3. Совмещённый план 1-го и 2-го этажей – М 1:50; 1:100 (с изображением дефектов, их нумерацией и расшифровкой словами).
4. Поперечный разрез здания – М 1:50 (с изображением дефектов, их нумерацией и расшифровкой словами).
5. Результаты обследования.
6. Перечень работ по ремонту здания.
7. Варианты утепления стен, покрытия, надподпольного перекрытия.
8. Аксонометрию утепления стены и технологию утепления.
9. Графические построения к анализу влажностного режима наружной стены, существующей и по вариантам утепления.
10. Окно для замены:
 - вид;
 - разрезы вертикальные, горизонтальные;
 - расположение оконных приборов;
 - сечения по притворам;

- детали установки оконных блоков в кирпичных стенах (в горизонтальном и вертикальном разрезах);
- размеры оконных проёмов;
- спецификацию стёкол.

11. Энергетический паспорт здания до и после утепления.

Графическую часть рекомендуется выполнять на чертёжных листах формата А-3 (297мм × 420 мм); в этом случае число листов может составить 10–12, которые могут быть сброшюрованы в альбом.

Графическая часть выполняется в соответствии с правилами оформления чертежей. В качестве примера может быть использовано [11].

Пояснительная записка включает в себя:

1. Титульный лист, оформленный по установленным правилам.
2. Бланк задания.
3. Содержание (оглавление) пояснительной записки с указанием начальных страниц, разделов и подразделов.
4. Расчёты:
 - определение физического износа жилого здания;
 - определение величин для энергетического паспорта «существующего» здания;
 - расчёты, связанные с утеплением ограждающих конструкций здания и их влажностным режимом;
 - определение окон для замены;
 - определение величин для энергетического паспорта утеплённого здания.
5. Библиографический список, составленный по правилам.

Оформление пояснительной записки выполняется по примеру из [11].

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Выполнение курсового проекта рекомендуется осуществлять последовательно по частям А, Б, В, Г, Д :

А

1. Вычертить план 2-этажного, 2-секционного жилого здания со всеми размерами по своему варианту из [11].
2. Привести результаты обследования здания (задаются шифром по своему варианту при помощи [4]).
3. Определить вычислениями процент физического износа здания, [4].
4. Оставить таблицу физического износа здания, которая состоит из граф: «№ п/п», «Конструктивные элементы здания», «Удельный вес от общей стоимости здания, %», «Физический износ конструктивного элемента, %», «Общий износ здания, %».
5. Вычертить разрез здания и фасад (с дефектами).
6. Составить перечень работ по ремонту здания при помощи [4].
7. Определить группу капитальности здания, используя сведения из книги: И.С.Гучкин. Техническая эксплуатация и реконструкция зданий: Учебное пособие. Пенза, 1993.

Б

1. Определить сопротивления теплопередаче наружной стены «существующего» здания, R_{des} , R_{req} , [1,2,3].
2. То же, покрытия «существующего» здания, [1,2,3,11].
3. То же, окон «существующего» здания с двойным остеклением в деревянных переплётах [3], прил. 6 [1].
4. Определить расчётный и нормируемый температурные перепады, Δt_o , °С, между температурами внутреннего воздуха и на поверхности наружной стены по формуле (4) из [1].
5. То же, покрытия (потолка).
6. Определить по «существующему» зданию:
 - площадь окон, A_F , м², и соответствующее сопротивление теплопередаче, R_F^r , (м²·°С)/Вт;
 - площадь наружных дверей, A_{ed} , м² и соответствующее сопротивление теплопередаче, R_{ed}^r , (м²·°С)/Вт;

– площадь наружных стен (за исключением проёмов), A_w , м², и соответствующее сопротивление теплопередаче, R_w^r , (м²·°C)/Вт;

– площадь покрытия, A_c , м², и соответствующее сопротивление теплопередаче, R_c^r , (м²·°C)/Вт;

– площадь цокольных перекрытий, A_f , м², и соответствующее сопротивление теплопередаче, R_f^r , (м²·°C)/Вт, [1].

7. Определить общую площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие (перекрытие) верхнего этажа и перекрытие нижнего этажа, A_f^{sum} , м², [1].

8. Определить приведённый коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания, K_m^{tr} , Вт/(м²·°C), по формуле (Г.5) из [1].

9. Определить удельный вес наружного воздуха, γ_{ext} , и удельный вес внутреннего воздуха, γ_{int} , Н/м³, по формуле (13) [1].

10. Определить максимальную из средних скоростей ветра по румбам за январь, V , [2, табл.1].

11. Определить для лестничной клетки расчётную разность давлений наружного и внутреннего воздуха для окон, ΔP_F , Па, по формулам (13), (14), приложение Г, пункт Г.5 [1].

12. Определить для лестничной клетки расчётную разность давлений наружного и внутреннего воздуха для входных наружных дверей по формуле (13), приложение Г, пункт Г.5 [1].

13. Определить для лестничной клетки нормируемое сопротивление воздухопроницанию окон, $R_{inf}^{req} = R_{a.F}$, (м²·ч)/кг, по формуле (15) [1].

14. То же, входных наружных дверей, $R_{a.ed}$.

15. Определить для лестничной клетки суммарную площадь окон, A_F , м², и суммарную площадь входных наружных дверей, A_{ed} , м².

16. Определить количество инфильтрующегося воздуха в лестничную клетку жилого здания через неплотности заполнения проёмов, G_{inf} , кг/ч, по формуле (Г.9) [1].

17. Определить отопляемый объём здания, V_h , м³.

18. Определить коэффициент снижения объёма воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций, β_v , [1].

19. Определить среднюю плотность приточного воздуха за отопительный период, ρ_a^{ht} , кг/м³, по формуле (Г.7) [1].

20. Определить коэффициент учёта влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, k , по приложению Г, пункт Г.4 [1].

21. Определить площадь жилых помещений, A_l , м².

22. Определить количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке, L_v , м³/ч, приложение Г, пункт Г.4 [1].

23. Определить среднюю кратность воздухообмена здания за отопительный период, n_a , ч⁻¹, по формуле (Г.8) [1].

24. Определить условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери здания за счёт инфильтрации и вентиляции, K_m^{inf} , Вт/(м²·°С), по формуле (Г.6) [1].

25. Определить общий коэффициент теплопередачи здания, K_m^{inf} , Вт/(м²·°С), по формуле (Г.4) [1].

26. Определить общие теплопотери здания за отопительный период, Q_h , МДж, по формуле (Г.3) [1].

27. Определить бытовые тепlopоступления в течение отопительного периода, Q_{int} , МДж, по формуле (Г.10) [1].

28. Определить среднюю за отопительный период величину солнечной радиации на вертикальную поверхность, I , МДж/м², по табл. 5 [2].

29. Определить тепlopоступления через окна от солнечной радиации в течение отопительного периода, Q_s , МДж, по формуле (Г.11) [1] и при помощи табл. 28, прил. 5 [12].

30. Определить коэффициент, учитывающий дополнительное тепlopоступление системы отопления для зданий с отапливаемыми подвалами (подпольями), β_h , по пункту Г.2 [1].

31. Определить коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления, ζ , по пункту Г.2 [1].

32. Принять коэффициент снижения тепlopоступлений за счёт тепловой инерции ограждающих конструкций, $\nu = 0,8$.

33. Определить расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода, Q_h^y , МДж, по формуле (Г.2) [1].

34. Определить расчётный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период, q_h^{des} , кДж/(м³·°С·сут), и кДж/(м²·°С·сут), по формулам (Г.1) [1].

35. Определить нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление жилых домов, q_h^{req} , кДж/(м²·°С·сут), по [1, табл. 8] (по интерполяции).

36. Составить энергетический паспорт обследуемого здания по форме приложения Д [1], состоящий из таблиц: «Общая информация», «Расчётные условия», «Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания», «Геометрические показатели», «Теплотехнические показатели», «Энергетические показатели», «Коэффициенты», «Комплексные показатели», «Указания по повышению энергетической эффективности».

В таблице «Комплексные показатели» энергетического паспорта имеется строка №37 «Класс энергетической эффективности», которую необходимо заполнить в соответствии с табл.3 [1].

В энергетическом паспорте содержатся некоторые показатели, не перечисленные здесь (смотри выше) – часть из них нужно вычислить отдельно после консультации с преподавателем.

Нормами [1] установлены три показателя тепловой защиты здания:

А) приведённое сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;

Б) санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности, которая выше температуры точки росы;

В) удельный расход тепловой энергии на отопление здания, позволяющий варьировать величинами теплозащитных свойств различных видов ограждающих конструкций зданий с учётом объёмно-планировочных решений здания и выбора систем поддержания микроклимата для достижения нормируемого значения этого показателя.

Требования тепловой защиты здания будут выполнены, если в жилых зданиях соблюдены требования показателей «А» и «Б» либо «Б» и «В».

Если тепловая защита здания не соответствует нормам [1], то необходимо разработать мероприятия по утеплению ограждающих конструкций здания.

В

1. Подобрать расчётным путем материал для утепления стены, определив необходимую величину его коэффициента теплопроводности, λ , [3;7;8;10] при помощи формулы $R_o = 1/\alpha_{int} + (\delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \dots + \delta_n/\lambda_n) + 1/\alpha_{ext}$.

2. Разработать конструкцию утепления стены изнутри [8;10] ;

3. Выполнить расчёт влажностного режима стены, утеплённой изнутри, при стационарных условиях диффузии водяного пара:

а) графически построить поперечный разрез стены, указывая толщины слоёв в масштабе сопротивлений паропрооницанию [9, с. 215; 3];

б) построить линию падения температуры в стене [9, с. 54–55] (линия τ) ;

в) используя линию τ , построить линию изменения максимальной упругости водяного пара в стене (линия E) [9, с. 278–279];

г) построить линию падения упругости водяного пара (линия e) [9, с. 212–215];

д) поменять порядок расположения слоёв наружной стены на обратный по отношению к наружному воздуху и выполнить пункты а–г (с целью исследования влияния порядка расположения слоёв ограждающей конструкции на её температурно-влажностный режим);

е) проанализировать влияние порядка расположения слоёв стены на её температурно-влажностный режим, [9, с. 213–216];

ж) вычислить количество влаги, которая может конденсировать внутри наружной стены [9, с. 214–215].

4. Разработать конструкцию утепления наружной стены снаружи [8, 10].

5. Выполнить расчёт температурно-влажностного режима стены, утеплённой снаружи, при стационарных условиях диффузии водяного пара по пунктам а–е.

6. Аргументированно выбрать из двух вариантов утепления стены лучший.

7. Разработать технологию утепления стены по выбранному варианту [8; 10].

8. Подобрать расчётным путем материал для утепления покрытия [3; 7; 8; 10].

9. Подобрать расчётным путем материал для утепления пола первого этажа [3; 7; 8; 10].

10. Подобрать окна для замены [3;5;6].

11. Составить энергетический паспорт утеплённого здания по форме приложения Д [1].

Г

Графическую часть курсового проекта рекомендуется выполнять на чертёжных листах формата А3 (297x420 мм) в карандаше с соблюдением всех правил черчения и оформления чертежей, придерживаясь такой компоновки:

Лист 1 :

Фасад здания с изображением дефектов.

Расшифровка дефектов.

Таблица определения процента физического износа здания.

Вывод о пригодности здания к дальнейшей эксплуатации.

Лист 2:

Совмещённый план 1-го и 2-го этажей здания.

Лист 3:

Поперечный разрез здания с указанием дефектов.

Лист 4:

Результаты обследования по всем конструктивным элементам здания.

Перечень работ по ремонту здания.

Определение группы капитальности жилого здания.

Лист 5:

Два варианта утепления стены здания : изнутри и снаружи с указанием достоинств и недостатков по каждому из вариантов; вариант утепления покрытия здания ; вариант утепления полов первого этажа.

Лист 6:

Схематическое изображение температурно-влажностного режима существующей стены при стационарных условиях диффузии водяного пара.

Технология утепления наружной поверхности стены.

Аксонометрическое изображение крепления теплоизоляции.

Лист 7:

Схематическое изображение температурно-влажностного режима: а) стены, утеплённой снаружи и б) стены, утеплённой изнутри.

Результаты вычисления количества водяного пара, поступающего к зоне конденсации и уходящего от зоны конденсации.

Лист 8:

Чертёж окна жилого здания и его разрезов.

Расположение оконных приборов.

Сечение А1 (см. ГОСТ на окна).

Лист 9:

Сечения А3, А4, А5.

Детали установки оконных блоков в кирпичных стенах.

Спецификация стёкол для окон.

Размеры оконных проёмов.

Лист 10:

Таблицы энергетического паспорта здания.

Лист 11:

Таблицы энергетического паспорта здания (окончание).

Д

По индивидуальному заданию преподавателя, которое студент получает на одной из консультаций, надлежит описать мероприятия по технической эксплуатации основных конструкций здания, указанных из следующего перечня: фундаментов, стен, перегородок, перекрытий, лестниц, крыш, кровель, полов, окон, дверей. Для этого рекомендуется воспользоваться источником: Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда / Под ред. Н.М. Вавуло. – М.: 4-й филиал Воениздата, 1998. – 288 с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 23-02–2003. Тепловая защита зданий [Текст]. – М.: Госстрой России, 2004.
2. СНиП 23-01–99. Строительная климатология [Текст]. – М.: Госстрой России, 2000.
3. СНиП II-3–79**. Строительная теплотехника [Текст]. – М.: Стройиздат, 1982.
4. ВСН 53–86(р). Правила оценки физического износа жилых зданий [Текст]. – М.: Госгражданстрой, 1988.
5. ГОСТ 24699–81. Окна и балконные двери деревянные со стеклопакетами и стёклами для жилых и общественных зданий [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1982.
6. ГОСТ 16289–86. Окна и балконные двери деревянные с тройным остеклением для жилых и общественных зданий [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1987.
7. Микульский, В.Г. Строительные материалы [Текст] / В.Г. Микульский [и др.]. – М., 1996.
8. Монастырёв, П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий [Текст]: учеб. пособие / П.В. Монастырёв. – М.: АСВ, 2000.
9. Фокин, К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий [Текст] / К.Ф. Фокин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1973.
10. Шрейбер, К.А. Вариантное проектирование при реконструкции жилых зданий [Текст] / К.А. Шрейбер. – М.: Стройиздат, 1991.
11. Пучков, Ю.М. Проектирование жилого здания [Текст]: учеб. пособие / Ю.М. Пучков, А.К. Гаврилов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Пенза: ПГУАС, 2008.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ПОЛУЧЕНИЕ ЗАДАНИЯ	4
2. СОСТАВ И ОБЪЁМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	6
3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	8
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	15

Учебное издание

Пучков Юрий Михайлович
Матиева Юлия Александровна

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Методические указания
по курсовому проектированию

Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова

Редактор Н.Ю. Шалимова
Верстка Т.Ю. Симутина

Подписано в печать 5.12.13. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 0,93. Уч.-изд.л. 1,0. Тираж 80 экз.
Заказ № 262.

Издательство ПГУАС.
440028, г.Пенза, ул. Германа Титова, 28