



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Городское строительство и хозяйство»

Методические указания
по оценке энергетических параметров
территории реконструкции
модуля

**«Лучший европейский опыт
энергосбережения»**

в рамках проекта (E3SAVE)
611057-EPP-1-2019-1-RU-EPPJMO-MODULE



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Авторы
Шейна С. Г.,
Миненко Е. Н.,
Федяева П. В.

Ростов-на-Дону, 2020

Аннотация

Методические указания содержат необходимые теоретические материалы для успешного выполнения расчетно-аналитической работы на тему: «Реконструкция квартала города с комплексом технических мероприятий по энергосбережению». Предназначены для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство», магистерская программа «Территориальное планирование и управление развитием территорий».



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Методические рекомендации разработаны в рамках проекта программы Европейской Комиссии ERASMUS+ Модуль Jean Monnet «Лучший европейский опыт энергосбережения» (E3SAVE) 611057-EPP-1-2019-1-RU-EPPJMO-MODULE. Поддержка Европейской

Комиссией изготовления данной публикации не подразумевает одобрения содержания материалов, которые отражают исключительно точку зрения авторов. Европейская Комиссия не несет ответственности за любое использование материалов, представленных в настоящей публикации»

Methodological materials for implementing the module are published in the frame of the ERASMUS+ Programme of the European Commission Jean Monnet Module «The Best European Experience in Energy Saving» (E3SAVE) 611057-EPP-1-2019-1-RU-EPPJMO-MODULE. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Авторы

д.т.н., профессор, зав. кафедрой «ГСХ»
Шейна С.Г.,
к.т.н., ст. преподаватель кафедры «ГСХ»
Миненко Е.Н.,
к.т.н., доцент кафедры «ГСХ»
Федяева П.В.



Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Цели и задачи работы	4
2. Требования к структуре и содержанию расчетно-аналитической работы .	5
3. Основные положения по реконструкции кварталов городов	6
4. Градостроительные аспекты энергосбережения.....	8
5 Оценка текущих и прогнозируемых энергетических параметров зданий на территории реконструкции	9
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	17
ПРИЛОЖЕНИЕ А	18

ВВЕДЕНИЕ

Повышение энергетической эффективности эксплуатируемых зданий – важнейшее направление в области энергосбережения многих европейских стран.

Опыт Германии, Дании, Финляндии и других европейских стран показывает, что здания старой постройки также могут быть энергоэффективными, т.е. соответствовать текущим и будущим нормам в области энергопотребления за счет реализации на этих объектах комплекса мероприятий по реконструкции, энергоэффективной модернизации или энергетической санации.

Лидером по объемам энергоэффективной реконструкции выступает Германия. Более 1,5 млрд евро потрачено Германией на энергоэффективную реконструкцию зданий. Для реализации требований действующих стандартов в области энергосбережения, в Германии разработаны специальные финансовые программы по стимулированию энергоэффективной реконструкции: владельцам жилья предоставляются налоговые льготы в размере 20 %, а также банковские кредиты с низкой процентной ставкой.

Повышение уровня энергетической эффективности эксплуатируемых зданий в ходе их капитальных ремонтов или реконструкции закладывает основы формирования в городах энергоэффективных зон, в которых реальное уменьшение энергопотребления зданий достигает двух и более раз за счет реализации в них энергосберегающих решений с учетом конкретных природно-климатических и градостроительных условий.

Учебным планом магистерской программы «Территориальное планирование и управление развитием территорий» в рамках образовательного модуля «Лучший европейский опыт энергосбережения» предусмотрено выполнение самостоятельной расчетно-аналитической работы по исследованию уровня энергетической эффективности территории застройки одного из российских городов и разработке перечня мероприятий по ее оптимизации на основе изучения лучших европейских практик в области энергосбережения.

Индивидуальная расчетно-аналитическая работа направлена на формирование у магистрантов навыков принятия решений в части территориального планирования и управления развитием города, необходимых при реконструкции, развитии и содержании городской застройки с применением современных информационных технологий, материалов, обеспечивающих энерго- и ресурсосбережение при ее содержании.

Профессиональные компетенции, формируемые в ходе выполнения расчетно-аналитической работы:

- способность проводить изыскания по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов, определению исходных данных для проектирования и расчетного обоснования, мониторинга объектов;

обладание знаниями методов проектирования и мониторинга городской среды, отдельных зданий и их конструктивных элементов, включая методы расчетного обоснования, в том числе с использованием специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель расчетно-аналитической работы – разработка мероприятий по реконструкции квартала города с повышением уровня его энергетической эффективности.

Задачи расчетно-аналитической работы:

- выполнить анализ сложившейся застройки города и перспективных направлений его развития с учетом Генерального плана, Стратегии социально-экономического

развития города;

- обосновать актуальность реконструкции городской территории с учетом мероприятий по энергосбережению, обосновать выбор объекта исследования;
- дать краткую характеристику квартала реконструкции, его места в общей структуре города (расположение в границах города, тип и этажность застройки, техническое состояние объектов, наличие у зданий особого статуса: аварийное здание, объект культурного наследия и т.д., плотность застройки, оценка удаленности социально-досуговых объектов и др.);
- выполнить оценку уровня благоустройства и обеспеченности зелеными насаждениями в границах рассматриваемого квартала;
- определить текущий уровень энергетической эффективности объектов, расположенных в границах квартала (на основе данных об объектах-аналогах) в соответствии с действующими российскими и европейскими нормами;
- выполнить анализ лучших европейских практик в сфере энергоэффективной реконструкции зданий;
- разработать перечень мероприятий по реконструкции квартала с обоснованием целесообразности их выбора, включая мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности объектов, опираясь на лучшие европейские практики в сфере энергосбережения;
- провести оценку потенциала энергосбережения и рассчитать прогнозируемый объем экономии энергии после реконструкции.

2. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ И СОДЕРЖАНИЮ РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Расчетно-аналитическая работа на тему: «Реконструкция квартала города с комплексом технических мероприятий по энергосбережению» состоит из пояснительной записки, которая может содержать в качестве приложений рисунки, таблицы, графические материалы.

Структурные элементы пояснительной записки:

- титульный лист;
- содержание;
- введение (объемом до 3 страниц);
- основная часть (с выделением разделов и подразделов) в соответствии с логикой изложения материала;
- заключение (объемом до 2 страниц);
- список использованных источников;
- приложения (при необходимости пояснений разделов основной части).

Введение должно содержать обоснование актуальности реконструкции городских территорий с учетом мероприятий по энергосбережению, цели и задачи работы, краткую характеристику используемых нормативных документов, справочников.

Основная часть пояснительной записки должна содержать результаты расчетно-аналитического исследования в соответствии с поставленными в работе целями и задачами.

В заключении должны быть изложены основные выводы и краткие результаты, полученные в ходе выполнения работы.

Расчетно-аналитическая работа должна быть выполнена на листах формата А4 в соответствии с «Правилами оформления и требованиями к содержанию курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ» [1]. Рекомендуемый объем пояснительной записки – 40 печатных листов.

Обозначение расчетно-аналитической работы на титульном листе пояснительной записки – ЭР.ХХ0000.000 РР, на остальных листах – ЭР. ХХ0000.000 ПЗ (где ХХ – две последние цифры зачетной книжки студента).

3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ КВАРТАЛОВ ГОРОДОВ

Современные города выступают в роли «центров развития», аккумулируя финансовые и кадровые ресурсы, инновационные технологии, разнообразную инфраструктуру, центры образования и науки.

Развитие городских территорий основывается на всесторонней оценке и анализе структуры городской застройки и инженерных коммуникаций, обеспечивающих город ресурсами. Исследование структуры городской застройки, анализ данных о многоквартирной, индивидуальной жилой и общественно-деловой застройке, информации о распределении этих объектов на местности с привязкой к рельефу позволяет создавать достоверную информационную основу для развития города.

Виды и типы застроек меняются с учетом изменения пространственных характеристик городов, требований к уровню комфортности городских территорий. Так, начиная с начала XX века организация жилых и общественных территорий в России проходила по принципу точечной застройки с обязательным разделением мест приложения труда, жилья и отдыха. С середины 50-х гг. XX в. во всех российских городах начинают использоваться типовые проекты индустриального строительства, основанные на унификации и стандартизации конструктивных элементов. Застройка этого периода характеризуется следующими общими чертами:

- отсутствием замкнутых (т.е. соразмерных человеку, а потому комфортных) пространств;
- однообразием (примитивизм) планировочных решений дворовых пространств;
- отсутствием композиционных центров в районах массовой застройки.

В наше время наибольшее распространение получают квартальные виды и типы застроек, в то время как строительство микрорайонов из-за транспортных развязок, а также градостроительных и ландшафтных особенностей территорий, не всегда возможно.

С 2014 г. городская застройка в нашей стране должна подчиняться целям и задачам комплексного развития. Комплексное освоение территорий подразумевает подготовку документации по планировке территории, образование земельных участков в границах данной территории, строительство на земельных участках в границах данной территории объектов транспортной, коммунальной и социальной инфраструктур, а также иных объектов в соответствии с документацией по планировке территории.

Реконструкция жилых кварталов является одним из важных направлений развития современных городов. Она позволяет не только продлить жизненный цикл объектов, но и существенно улучшить уровень их комфортности: повысить качество жилища, ликвидировать коммунальное заселение, оснастить дома современным инженерным оборудованием, улучшить архитектурную выразительность зданий, повысить уровень энергетической эффективности, эксплуатационную надежность и долговечность.

Разнообразие сложившейся застройки российских городов, ее планировочные, архитектурные и конструктивные особенности, а также природно-экологические условия (рельеф, возможность просадок, оползни, селевые потоки, загрязнение среды, появление воды в подвалах и др.) влияют на характер реконструктивных мероприятий.

В зависимости от градостроительной ситуации в ходе реконструкции используются методы снижения высотности зданий, расчленения зданий с демонтажем промежуточных секций, повышение плотности застройки путем малоэтажной надстройки и обстройки зданий, устройства многоэтажных вставок между реконструируемыми домами и возведения отдельно стоящих жилых корпусов, использования подземного пространства [2].

При проектировании реконструкции застройки необходим учет связей реконструируемого квартала или микрорайона с прилегающими частями города, имеющими традиционную, историческую особенность. При этом должны использоваться приемы усиления композиционного и художественного единства реконструируемого и прилегающего микрорайона более ранней застройки.

Реконструкция отдельных кварталов может быть трех видов:

- 1) реконструкция кварталов, застроенных в основном ветхими малоэтажными домами, со сплошным сносом;
- 2) реконструкция кварталов, имеющих наряду с ветхой малоэтажной застройкой большое количество сохранившихся зданий высотой 2—5 и более этажей;
- 3) реконструкция переуплотненных кварталов, почти сплошь застроенных каменными зданиями, имеющими внутри кварталов тесные, темные и непрветриваемые двory — колодцы [2].

Реконструкция кварталов заключается в выполнении таких работ, как:

- постройка отдельных зданий на месте ветхого сносимого жилого фонда или пристройка к существующим зданиям;
- надстройка и передвижка отдельных зданий;
- капитальный ремонт и повышение благоустройства существующих зданий, сохраняемых после реконструкции кварталов;
- разборка ветхих строений, дровяных сараев, внутриучастковых заборов, расчистка и планировка внутриквартальной территории, организация озеленения и благоустройства спортивных площадок, детских учреждений и т.д.;
- реконструкция внутриквартальных инженерных сетей и устройств. перевод на общеквартальные котельные на газовом топливе и присоединение домов к городской системе теплофикации [2].

Реконструкция жилых кварталов города, сложившихся ранее, может быть начата при условии обеспечения необходимой жилой площадью жителей, отселяемых из реконструируемого квартала.

Реконструкция кварталов должна производиться в соответствии с генеральным планом развития города. Для оздоровления условий жизни в жилых кварталах из них должны выводиться промышленные предприятия, мастерские и другие предприятия, выделяющие в атмосферу и водоемы вредные выбросы и сточные воды, а также содержащие повышенные уровни шума и вибрации.

При разработке проектов реконструкции кварталов и их осуществлении следует ориентироваться на уменьшение плотности застройки за счет сноса ветхого жилья, сараев, заборов и других строений, для раскрытия внутриквартального пространства и создания нормальных санитарно-гигиенических условий для проживающих.

При реконструкции кварталов необходимо проводить капитальный ремонт и переустройство зданий с повышением их благоустройства до уровня нового жилищного строительства.

Учитывая высокую вероятность дефицита энергетических ресурсов и обострение экологических проблем в городах в ближайшем будущем, приоритетным направлением градостроительной деятельности на муниципальном уровне должна стать ком-

плексная реконструкция существующей застройки с учетом повышения ее энергетической эффективности [4].

Реализация проектов реконструкция зданий в целях выполнения требований энергетической эффективности, уплотнение застройки путем строительства новых зданий, пристроек, встроек, надстроек к существующим объектам, разуплотнение застройки путем сноса ветхих строений приводят к изменению энергетических параметров городской застройки и тепловой нагрузки на источники теплоснабжения, расположенные в границах реконструируемых кварталов.

Изменение потребности строительных объектов в тепловой энергии приводит к необходимости проведения энергетически эффективной реконструкции городской застройки, которая помимо энергетической санации жилья включает в себя внедрение градостроительных энергосберегающих мер, таких как модернизация инженерной инфраструктуры и совершенствование планировки и застройки города.

4. ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Градостроительная деятельность направлена на развитие территорий населенных пунктов и включает в себя мероприятия по территориальному планированию, градостроительному зонированию, архитектурно-строительному проектированию и строительству, капитальному ремонту, реконструкции, а также эксплуатации объектов капитального строительства [3].

Градостроительная деятельность на современном этапе развития общества должна быть направлена на обеспечение энергетически эффективного и устойчивого развития территорий за счет реализации функции планирования и регулирования энергосбережения применительно к городским территориям и их частям, например, за счет оптимизации размещения в пространственной структуре городов потребителей и производителей энергии.

В зависимости от уровня внедрения энергосберегающие градостроительные мероприятия подразделяются на локальные – для строящихся и эксплуатируемых зданий и зонально-территориальные – для городской застройки в целом [3].

Градостроительные энергосберегающие мероприятия вносят существенный вклад в общую энергоемкость жизненного цикла как вновь строящихся, так и реконструируемых объектов.

Учитывая неудовлетворительное техническое состояние значительной части зданий опорного жилищного фонда российских городов, важным направлением энергоэффективной реконструкции городской застройки является проведение комплексной энергетической санации – капитального ремонта или энергоэффективной реконструкции зданий с одновременным проведением комплекса мероприятий по энергосбережению.

Для достижения максимального эффекта энергетическую санацию жилищного фонда необходимо осуществлять в комплексе с энергетически эффективными градостроительными решениями (рис. 1).

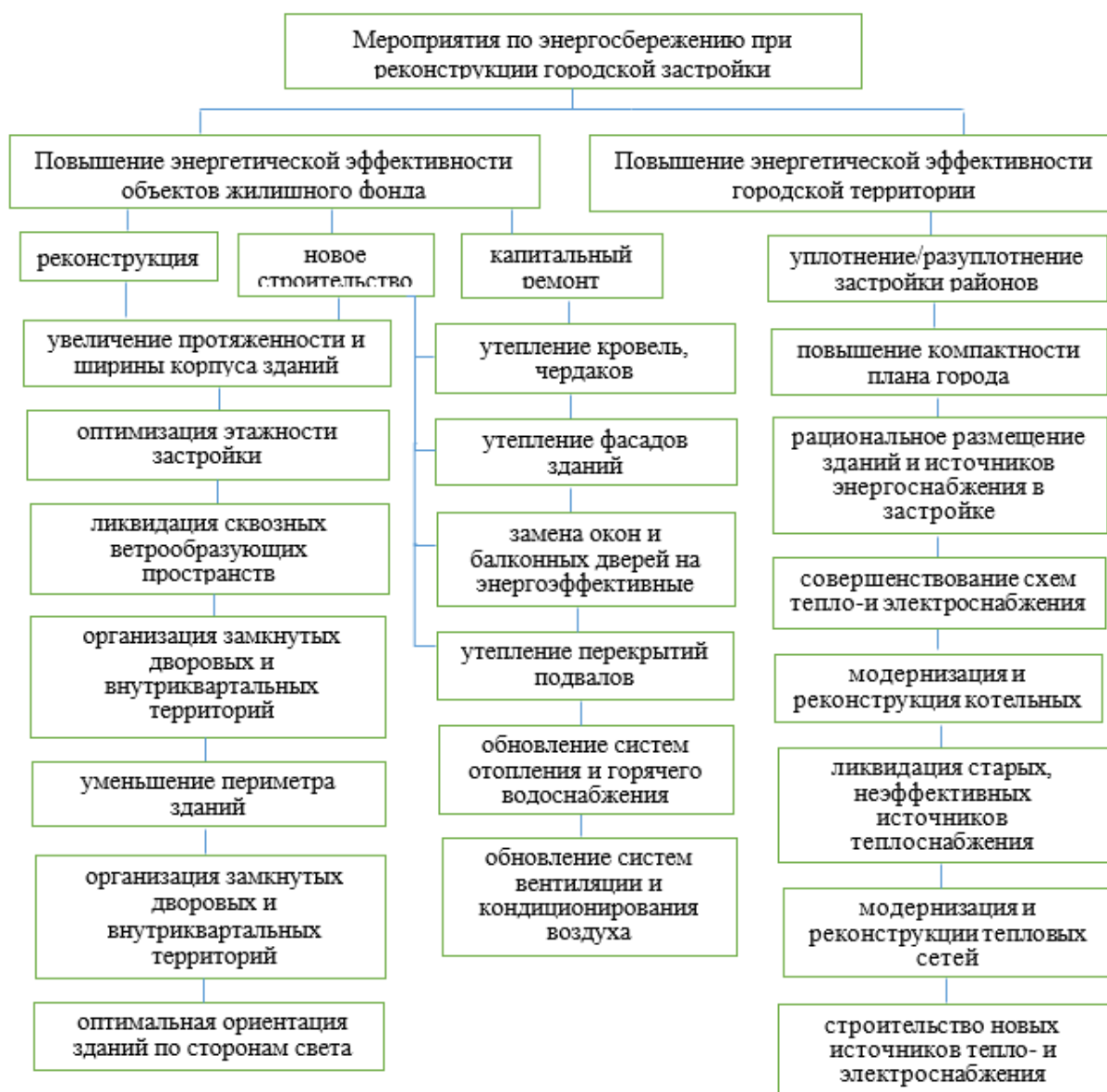


Рис. 1. Примеры энергосберегающих мероприятий при реконструкции городской застройки [3]

5 ОЦЕНКА ТЕКУЩИХ И ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗДАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕКОНСТРУКЦИИ

В состав работ по оценке текущих и прогнозируемых параметров зданий на территории реконструкции входят:

- анализ многоквартирных домов, присоединенных к источнику теплоснабжения. диагностика эффективности потребления тепловой энергии на основе укрупненных данных об объеме потребляемых энергетических ресурсов объектами-аналогами (таблица 1);
- определение перечня мероприятий в части энергосбережения и повышения энергетической эффективности зданий/источников теплоснабжения, планируемых к реализации в ходе реконструкции.
- оценка потенциала энергосбережения от проведения энергосберегающих мероприятий;
- расчет изменения нагрузки после энергетической санации и от

возведения новых зданий;

- корректировка мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности зданий/источников теплоснабжения в рамках работ по реконструкции кварталов (при необходимости) [3].

Для возводимых зданий параметры энергетической эффективности определяются по проектным данным, для существующих зданий – по результатам энергетического обследования и расчета энергетического паспорта.

К параметрам энергетической эффективности зданий относят:

- удельную потребность в энергетических ресурсах;
- годовую потребность в энергетических ресурсах;
- потенциал энергосбережения от проведения энергосберегающих мероприятий;
- класс энергетической эффективности.

В связи с тем, что проведение энергетического обследования большого количества объектов оказывается задачей чрезвычайно затратной и трудоемкой, для оценки фактического уровня энергопотребления и потенциалов энергосбережения всей застройки муниципального образования можно воспользоваться механизмом вероятностных прогнозных результатов.

Для этого сотрудниками кафедры «Городское строительство и хозяйство» была проанализирована структура жилищного фонда г. Ростова-на-Дону и сформирована классификация зданий с позиции характеристик, влияющих на параметры энергетической эффективности, к числу которых относятся: период строительства, поскольку дает представление об их объемно-планировочных и конструктивных решениях, материал ограждающих конструкций и этажность. Разработанная классификация позволила произвести анализ структуры жилищного фонда города, его энергетического состояния на основе обследования объектов-аналогов. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация энергетической эффективности жилищного фонда г. Ростова-на-Дону с указанием потенциала энергосбережения [3]

Период постройки	Материал стен	Этажность	$q_{\text{факт}}$, Гкал/м ²	Класс ЭЭ	Потенциал энергосбережения от проведения мероприятий, %					
					Утепление стен	Утепление кровли	Утепление подвала	Обновление отопления и вентиляции	Замена окон	Реконструкция электроснабжения и освещения
До 1927	Деревянные, глинобитные	1, 2	0,16	D/E	7	2	3	20	1	10
	Кирпичные	1	0,175	E	23	4	10	13	2	4
		2	0,276	E	38	7	17	7	1	2
		3...5	0,205	E	15	3	7	11	4	2
1928-1945	Кирпичные	1...3	0,171	E	38	7	17	7	1	3
		4..8	0,144	E	19	4	8	17	7	2
1946-1957	Кирпичные, блоки и несущие панели	1...3	0,139	D/E	17	7	8	11	10	6
		4...6	0,185	E	16	3	7	17	5	1
1958-1970	Кирпичные	1...4	0,209	E	26	5	11	12	5	6
		5...11	0,155	E	17	3	7	15	6	2

Период постройки	Материал стен	Этажность	$q_{\text{факт}}$, Гкал/м ²	Класс ЭЭ	Потенциал энергосбережения от проведения мероприятий, %					
					Утепление стен	Утепление кровли	Утепление подвала	Обновление отопления и вентиляции	Замена окон	Реконструкция электроснабжения и освещения
	Панельные	5...10	0,193	Е	12	2	5	26	8	1
1971-1980	Кирпичные	1...4	0,144	Е	16	3	7	19	6	7
		5...16	0,161	Е	17	3	8	16	7	2
	Панельные, блочные	5..17	0,158	Е	12	2	5	26	8	1
1981-2000	Кирпичные	1...4	0,153	D/E	13	3	6	13	1	6
		5...9	0,189	Е	16	3	7	12	6	2
		10..19	0,109	Е	14	3	6	6	5	3
	Панельные, блочные, монолитные	4...9	0,209	Е	17	3	7	21	6	1
		10...18	0,199	Е	14	3	6	10	7	2
После 2000	Кирпичные, панельные, монолитные	1..9	0,064	С	2	1	1	22	1	6
		10...24	0,04	В/С	2	1	1	22	1	4

Используя данные, полученные по результатам энергетического обследования объектов-аналогов, можно определить необходимые энергетические параметры для зданий, расположенных в границах рассматриваемого квартала. Так, например, усредненное значение удельного расхода энергетических ресурсов кирпичного 5-этажного здания 1978 г. постройки, составляет 0,161 Гкал/м², здание относится к классу энергетической эффективности – Е.

В таблице 1 также представлены усредненные значения потенциала энергосбережения. Потенциал энергосбережения – это количество потребляемой энергии, которое можно сэкономить в здании за счет реализации в нем различных энергосберегающих мероприятий. Представленные в таблице значения потенциала энергосбережения позволяют укрупненно рассчитать уменьшение энергетической нагрузки в здании за счет реализации в нем энергетически обязательных мероприятий.

Рассмотрим пример расчета объема энергетических ресурсов, потребляемых зданиями, расположенными в квартале, ограниченном улицами Борко, Волкова и Капустина. Перечень жилых зданий, входящих в рассматриваемый квартал, представлен в таблице 2 ниже.

Таблица 2 - Перечень жилых зданий, входящих в квартал реконструкции

Улица	№ дома	Год постройки	Этажность	Материал стен	Площадь, м ²
Борко ул.	10	2010	17	Кирпичные	4885,60
Борко ул.	5	1978	9	Панельные	2880,28
Борко ул.	6/2	1972	5	Панельные	4533,30
Борко ул.	3/1	1976	9	Кирпичные	2858,30
Борко ул.	3 АЗ	1976	9	Кирпичные	5283,40
Борко ул.	2 А	1974	9	Кирпичные	2001,00
Волкова ул.	8/1	1972	5	Панельные	2691,60
Волкова ул.	8/2	1972	5	Панельные	2691,60

Волкова ул.	4/1	1973	5	Панельные	5097,20
Волкова ул.	10	1973	5	Панельные	5465,27
Волкова ул.	2/1	1979	9	Панельные	3894,50
Волкова ул.	2	1979	12	Кирпичные	4255,90
Капустина ул.	8	2006	17	Кирпичные	4959,30
Капустина ул.	22/1	1972	5	Панельные	5397,10
Капустина ул.	28/1	1973	5	Панельные	4554,10
					61 448,45

С учетом разработанной классификации, представленные в таблице 2 жилые здания попадают в следующие классификационные группы (таблица 3).

Таблица 3 – Классификация зданий в границах квартала реконструкции

Период постройки	Материал стен	Этажность	$q_{\text{факт}}$, Гкал/м ²	Площадь, м ²	Класс ЭЭ	Потребность в тепловой энергии в отопительный период, Гкал
1971-1980	Кирпичные	5...16	0,161	14 398,60	Е	2 318,20
	Панельные, блочные	5..17	0,158	37 204,95	Е	5 878,38
После 2000	Кирпичные, панельные, монолитные	10...24	0,04	9 844,90	В	393,80
Всего:				61 448,45		8 590,38

Таким образом, расчеты показали, что фактическое потребление тепловой энергии присоединенными зданиями составляет 8590,38 Гкал/год.

Выбор на практике энергосберегающих градостроительных мероприятий в составе работ по реконструкции квартала базируется на оценке и зонировании территории по показателю ее энергетической эффективности, одним из компонентов которой выступает показатель класса энергоэффективности застройки – C_j .

Класс энергетической эффективности застройки определяется величиной отклонения расчетного потребления тепловой энергии зданиями, расположенными на рассматриваемой территории, от нормативного уровня (формула 1):

$$\Delta = \frac{\sum_{i=1}^N S_n \cdot q_n^{des} - \sum_{i=1}^N S_n \cdot q_n^{req}}{\sum_{i=1}^N S_n \cdot q_n^{req}} \cdot 100\% = \frac{\sum Q_N^{des} - \sum Q_N^{req}}{\sum Q_N^{req}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где Δ – отклонение величины расчетного потребления тепловой энергии застройкой от нормативного, %;

S_n – отапливаемая площадь в здании n , м²,

N – количество зданий, расположенных на территории реконструкции;

q_n^{des} ($q_n^{факт}$) – расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания n , Гкал/м²;

q_n^{req} ($q_n^{тр}$) – нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания n , Гкал/м²;

Q_N^{des} ($Q_N^{факт}$) – расчетный годовой расход тепловой энергии на отопление N зданий, Гкал/год;

Q_N^{req} ($Q_N^{тр}$) – нормируемый годовой расход тепловой энергии на отопление N зданий, Гкал/год.

В зависимости от величины отклонения предлагается классифицировать энергетическую эффективность застройки по трем позициям: повышенный, нормальный, пониженный и очень низкий классы (таблица 4, рисунок 2).

Таблица 4 – Значения коэффициентов классов энергетической эффективности

сти застройки [3]

Обозначение класса	Наименование класса	Величина отклонения значения расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий $Q_{N^{факт}}$ от нормируемого уровня $Q_{N^{тq}}$, Δ , %
C ₁	Повышенный	Менее -11 включительно
C ₂	Нормальный	от +5 до -10 включительно
C ₃	Пониженный	от +6 до +50 включительно
C ₄	Очень низкий	Более + 50

В зависимости от класса энергетической эффективности застройки на практике могут быть рекомендованы к реализации следующие мероприятия по реконструкции городской застройки (таблица 5).

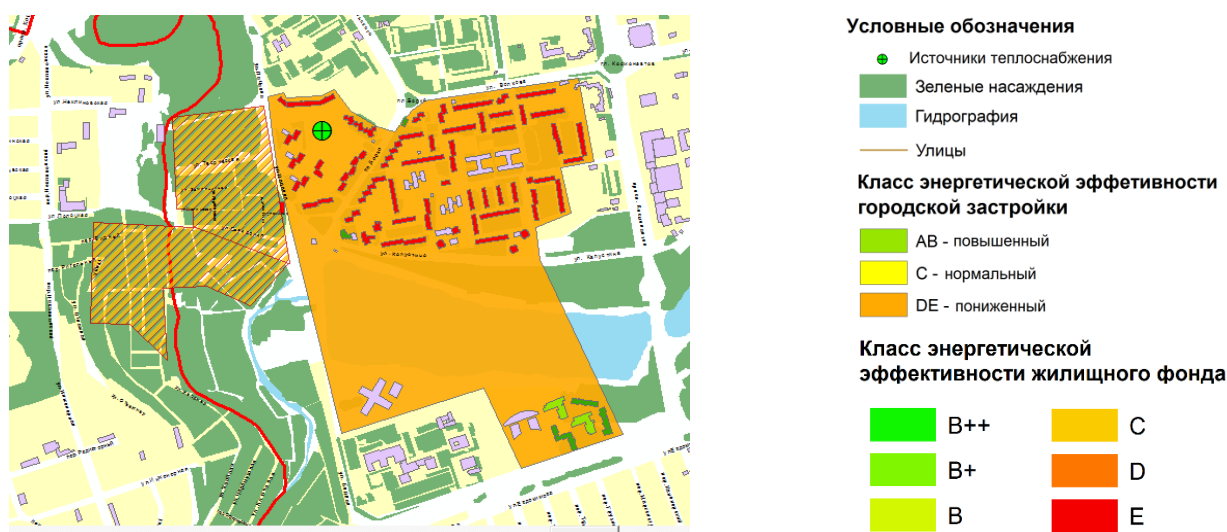


Рис. 2. Пример фрагмента электронной карты уровня энергетической эффективности участка реконструкции [3]

Таблица 5 – Классификация мероприятий по реконструкции городской застройки в зависимости от класса ее энергетической эффективности

	Класс энергетической эффективности застройки		
	повышенный	нормальный	пониженный
Рекомендуемые мероприятия по реконструкции городской застройки	Уплотнение застройки, новое строительство	Уплотнение застройки, новое строительство	Уплотнение застройки, новое строительство
	Повышение этажности, встройки, пристройки, вставки	Повышение этажности, встройки, пристройки, вставки	Повышение этажности, встройки, пристройки, вставки

	Внедрение вторичных и возобновляемых источников энергоресурсов	Проведение энергосберегающих мероприятий	Комплексная энергетическая санация
	Снос неэффективных зданий и строительство новых энергоэффективных	Снос неэффективных зданий и строительство новых энергоэффективных	Снос неэффективных зданий и строительство новых энергоэффективных
	Разуплотнение застройки	Разуплотнение застройки	Разуплотнение застройки

Энергетическая санация – это комплекс мероприятий с учетом технических, экономических/финансовых и социальных факторов многоэтажного жилого дома в целях:

- восстановления первоначального технического состояния дома;
- проведения строительных мероприятий для улучшения условий проживания на длительный срок времени;
- устойчивой экономии энергии, ресурсов, сокращения энергетических потерь и повышения рыночной стоимости жилья [4].

Большое внимание вопросам повышения уровня энергетической эффективности уже существующих объектов уделяется в Германии. В отношении этих зданий проводится энергетическая реконструкция, которая в зависимости от возраста и типа здания, позволяет добиться экономии энергии в размере от 50 до 80 % от исходного энергопотребления. На энергоэффективную реконструкцию зданий в Германии уже потрачено более 1,5 млрд евро. Владельцам жилья, желающих провести реконструкцию дома, предоставляются налоговые льготы в размере 20 %, а также банковские кредиты с низкой процентной ставкой. Финансирование энергосберегающих проектов в Германии осуществляет не государство, а крупные корпорации, банки.

Как показывает опыт зарубежных стран, прежде всего, Германии, технологические аспекты восстановления жилого фонда в целях повышения энергоэффективности предполагают осуществление «энергетически обязательных» мероприятий и выполнение хорошо продуманных задач по проведению санации.

В комплексную энергосберегающую санацию в европейских странах обязательно входят следующие мероприятия:

- замена покрытия крыши и утепление чердачного помещения;

- дополнительная изоляция фасада;
- замена окон и балконных дверей;
- изоляция потолка подвала;
- обновление отопительной системы, а также стояков холодной и горячей воды, обновление вентиляционной системы;
- интегрирование систем регенерации тепла;
- обновление входной двери, подъезда и лестничных пролетов [5].

Определим класс энергетической эффективности зданий в границах рассматриваемого квартала по формуле 1. Для этого сначала определим нормируемые значения расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию зданий.

В качестве нормируемого значения принимаем базовый уровень удельного годового расхода энергетических ресурсов в многоквартирном доме на отопление и вентиляцию, представленный в таблице 1 Приказа Минстроя № 399/пр [5]. Так, для 9-этажных зданий, расположенных в г. Ростове-на-Дону, базовый уровень удельного годового расхода энергии на отопление и вентиляцию составляет 71,8 кВт·ч/м². Это значение получаем линейной интерполяцией по таблице 1 правил, для градусо-суток отопительного периода, равных 3502,6 °Сут/год.

Аналогично определим нормируемое значение удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию для зданий 5 этажей, равное 87,56 кВт·ч/м² и зданий свыше 12 этажей – 68,05 кВт·ч/м² [5]. Для перевода кВт в Гкал воспользуемся конвертером: 1 Гкал/час = 1 163 кВт.

Таблица 6 – Результаты расчет базового (усредненного) значения потребности в тепловой энергии в отопительный период

Период постройки	Материал стен	Этажность	Значение удельного расхода энергии на отопление		Площадь, м ²	Потребность в тепловой энергии в отопительный период, Гкал	
			фактическое $q_{\text{факт}}$, Гкал/м ²	базовое, $q_{\text{норм}}$, Гкал/м ²		фактическая	базовая (усредненная, нормируемая)
1971-1980	Кирпичные	5...16	0,161	0,0618	14 398,60	2 318,20	889,83
	Панельные, блочные	5..17	0,158	0,0753*7 зданий+0,0618*2 здания=0,0723	37 204,95	5 878,38	2 689,92

После 2000	Кирпичные, панельные, монолитные	10...24	0,04	0,059	9 844,90	393,80	580,85
Всего:					61 448,45	8 590,38	4160,60

Отклонение величины расчетного потребления тепловой энергии застройкой от нормативного равно:

$$\Delta = \left((14398,60 \times 0,161 + 37\,204,95 \times 0,158 + 9844,90 \times 0,04) - (14398,60 \times 0,0618 + 37204,95 \times 0,0723 + 9844,90 \times 0,059) \right) \times 100 / (14398,60 \times 0,0618 + 37204,95 \times 0,0723 + 9844,90 \times 0,059) = (8590,35 - 4160,60) \times 100 / 4160,60 = 106,47.$$

Полученное значение отклонения ($\Delta = 106,47$) соответствует классу энергетической эффективности застройки – С4 (очень низкий).

Для повышения уровня энергетической эффективности зданий, входящих в рассматриваемый квартал, проектом реконструкции предусмотрено проведение энергетически обязательных мероприятий, а именно:

- утепление стен и кровли зданий;
- обновление системы отопления и вентиляции.

Результаты расчета уменьшения объема потребления энергетических ресурсов после проведения энергетической санации представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет потенциала энергосберегающих мероприятий в зданиях

Период постройки	Материал стен	Этажность	Потребность в тепловой энергии до проведения мероприятий, Гкал	Наименование мероприятия	Потенциал %	Потребность после проведения мероприятий, Гкал
1971-1980	Кирпичные	5...16	2 318,20	Утепление стен и кровли, обновление системы отопления и вентиляции	36	1 483,68
	Панельные, блочные	5..17	5 878,38		40	3 527,03
После 2000	Кирпичные, панельные, монолитные	10...24	393,80		25	295,35
Всего:			8 590,38			5 306,06

Таким образом, реализация на практике запланированных мероприятий по энергосбережению в рамках реконструкции квартала города позволит сократить объем потребляемых энергетических ресурсов на 38 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Правила оформления и требования к содержанию курсовых проектов (работ) и выпускных квалификационных работ. – Ростов н/Д: ДГТУ, 2015. – 84 с.
2. Реконструкция кварталов в центральной части города [Электронный ресурс] // Stroy-spravka.ru. — Режим доступа: <http://stroy-spravka.ru/article/rekonstruktsiya-kvartalov-v-tsentralnoi-chasti-goroda>
3. Мартынова, Е.В. Методические основы энергетически эффективной реконструкции городской застройки: дис. ...канд. техн. наук : 05.23.22 / Мартынова Екатерина Владимировна. – Ростов н/Д, 2014. – 208 с.
4. Габриель Инго, Ладенер Хайнц. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома: ВНУ, 2011, 480 с.
5. Энергосбережение и санация жилых домов. Опыт Германии и особенности России [Электронный ресурс] // Портал-Энерго. — Режим доступа: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/781>.
6. Приказ Минстроя РФ от 6 июня 2016 года N 399/пр «Об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов». – М.: 2016. –15 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А**Пример оформления титульного листа к расчетно-аналитической работе**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Факультет «Отдел магистратуры (Соц.)»
Кафедра «Городское строительство и хозяйство»

Зав. кафедрой «ГСиХ»
_____ С. Г. Шеина
(подпись)
«__» _____ 20__ г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к расчетно-аналитической работе по образовательному модулю «Лучший европейский
опыт энергосбережения»

на тему: «Реконструкция квартала города с комплексом технических мероприятий по энерго-
ресурсосбережению»

Автор работы _____
подпись (И.О.Ф.)

Направление подготовки 08.04.01 «Строительство»

«Территориальное планирование и управление развитием территорий»
наименование профиля (специализации)

Обозначение курсовой работы 08.04.01.XX0000.000 КР Группа

Руководитель курсовой работы: _____ И.О.Ф
подпись

Курсовая работа защищена _____
дата оценка подпись

Ростов-на-Дону

20__