

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 338.23:364

ГРИГОРЬЕВА  
НАТАЛИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук  
по специальности 08.00.05 — экономика и управление  
народным хозяйством (специализация — экономика, организация  
и управление предприятиями, отраслями, комплексами)**

Минск, 2020

Работа выполнена в Белорусском национальном техническом университете

Научный руководитель	Гуринович Анатолий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры, Белорусский национальный технический университет, кафедра экономики, организации строительства и управления недвижимостью
Официальные оппоненты:	Беляцкий Николай Петрович, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой, УО «Белорусский государственный экономический университет», кафедра организации и управления  Муха Денис Викторович, кандидат экономических наук, доцент, заведующий отделом, Государственное научное учреждение «Институт экономики Национальной академии наук Беларуси», отдел инновационной политики
Оппонирующая организация	УО «Белорусский государственный технологический университет»

Защита состоится 28 февраля 2020 г. в 14:30 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.07.02 при УО «Белорусский государственный экономический университет» по адресу: 220070, Минск, просп. Партизанский, 26, ауд. 205 (1-й учеб. корпус), тел. 209-79-56.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО «Белорусский государственный экономический университет».

Автореферат разослан 24 января 2020 г.

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций

Миксюк С. Ф.

## ВВЕДЕНИЕ

Современная экономика на фоне глобальных энергетических, экологических и социальных проблем требует эффективного использования топливно-энергетических ресурсов. Применение энергоэффективных проектных решений при новом строительстве или реконструкции жилого фонда позволяет снизить потребление энергоресурсов, а экономия средств на оплату топливно-энергетических ресурсов является экономическим стимулом для населения, организаций и государства в целом. Выбор рационального варианта повышения энергоэффективности жилых зданий является задачей экономической оценки, требующей научного методического обеспечения.

Проведение исследований по проблемам повышения энергоэффективности жилых зданий сопряжено со сложностью междисциплинарного характера, лежащим на стыке экономики, строительства, энергетики и экологии. Теория и методология инструментов оценки экономической эффективности представлены в работах И. М. Бабука, Н. П. Беляцкого, А. А. Быкова, П. Г. Бунича, И. В. Войтова, А. С. Головачева, Б. И. Гусакова, В. Н. Ермашкевич, лауреата Нобелевской премии по экономике Л. В. Канторовича, П. Самуэльсона, Д. Смита, А. С. Толкачева, М. К. Эрхардта и других ученых. Значительный вклад в разработку методических основ энергоэффективности народного хозяйства внесли В. Г. Гусаков, А. М. Заборовский, Т. Г. Зорина, Ф. Клоцке, Т. Ф. Манцорова, М. В. Мясникович, В. Н. Нагорнов, П. Нойгебауер, М. Оттосон, Л. П. Падалко, Т. В. Романькова, Е. В. Россоха, Б. И. Рубенчик, Н. А. Смольская, А. Г. Таболов, В. И. Трутаев, Ш. Хокойя, Л. В. Шенец.

В трудах отечественных и зарубежных авторов отдельно рассматриваются технические проблемы обеспечения энергоэффективности, экологический эффект от снижения выбросов загрязняющих веществ и воздействия на окружающую среду, социальная значимость жилых зданий и оценка экономической эффективности инвестиционных проектов. Комплексная экономическая оценка проектных решений обеспечит выбор рационального варианта повышения энергоэффективности жилых зданий с учетом технической, экологической и социальной эффективности. С вводом Белорусской АЭС потребуются инструменты для экономической оценки преобразования электрической энергии в тепловую. В этой связи разработка методического обеспечения экономической оценки энергоэффективности жилых зданий является актуальной и важной задачей для экономики Республики Беларусь.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Связь работы с научными программами (проектами), темами.** Результаты диссертации были использованы при выполнении ГПНИ № 20181813 «Разработать теоретико-методологические основы развития жилищного хозяйства с учетом мировых трендов в технологическом и информационном обеспечении, а также новейших экологических норм». Тема диссертации соответствует Приоритетным направлениям научных исследований Республики Беларусь на 2016–2020 годы (разд. 1.11 «Общество и экономика»), утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 12 марта 2015 г. № 190, и направлена на решение задач обеспечения устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь в условиях дальнейшей модернизации национального промышленного комплекса и сферы услуг.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационного исследования является развитие теоретических основ и разработка методического обеспечения экономической оценки энергоэффективности жилых зданий.

Достижение поставленной цели обусловило необходимость решения следующих задач:

- развить теоретические и методические подходы к экономической оценке энергоэффективности жилых зданий;
- разработать методику комплексной экономической оценки повышения энергоэффективности жилых зданий;
- разработать методику оценки оборудования для энергоэффективных жилых зданий на основе технико-экономических показателей его эксплуатации;
- разработать методику выбора рационального варианта повышения энергоэффективности жилых зданий.

Объектом исследования выступает экономическая оценка энергоэффективности жилых зданий; предметом — методическое обеспечение экономической оценки энергоэффективности жилых зданий.

**Научная новизна** исследования заключается в развитии теоретических подходов и разработке методического обеспечения экономической оценки и выбора рационального варианта повышения энергоэффективности жилых зданий. К основным результатам относятся:

- уточнение понятий «энергоэффективное жилое здание», «экономическая оценка энергоэффективности жилого здания»; выявление специфики экономической оценки энергоэффективности жилых зданий; формирование методического подхода, предусматривающего комплексную экономическую оценку энергоэффективности жилых зданий для населения, инвестора и государства;
- разработка методики комплексной экономической оценки повышения энергоэффективности жилых зданий с учетом энергетической, экологической и социальной эффективности;

- разработка методики выбора энергоэффективного оборудования для энергоэффективных жилых зданий на основе технико-экономических показателей его эксплуатации;
- разработка методики выбора рационального варианта повышения энергоэффективности жилых зданий в зависимости от исходных ограничений проекта для инвестора.

### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Теоретические и методические подходы к экономической оценке энергоэффективности жилых зданий, включающие:

- уточненное понятие «энергоэффективное жилое здание», определенное как жилое здание, обеспечивающее за счет инновационных конструктивно-технологических решений и современной централизованной и автономной инженерной инфраструктуры комфортные условия проживания при удельном потреблении топливно-энергетических ресурсов ниже существующих нормативов;
- уточненное понятие «экономическая оценка энергоэффективности здания» как определение рациональности использования финансовых средств на комплекс мероприятий повышения энергоэффективности здания с учетом социальных и экологических результатов;
- специфику экономической оценки энергоэффективности жилых зданий, заключающуюся в необходимости уточнения результатов оценки по плановым, проектным и фактическим данным, учете экологического эффекта от снижения выбросов загрязняющих веществ, учете социальной эффективности проекта от повышения комфортности жилья и доступности оплаты жилищно-коммунальных услуг населением;
- методический подход, учитывающий выявленную специфику, заключающийся в экономической оценке повышения энергоэффективности жилых зданий в зависимости от финансовой привлекательности проекта для населения, инвестора и государства.

Уточненные понятия, специфика экономической оценки энергоэффективности зданий и методический подход легли в основу методики комплексной оценки повышения энергоэффективности жилых зданий.

2. Методика комплексной экономической оценки энергоэффективности для отдельных элементов и здания в целом, которая включает пять этапов: 1) определение финансовых и технических ограничений проекта; 2) сводный сметный расчет единовременных затрат; 3) расчет эксплуатационных затрат на потребление энергоресурсов и техническое обслуживание оборудования для энергоэффективных жилых зданий; 4) расчет экономии расхода топливно-энергетических ресурсов; 5) экономическая оценка повышения энергоэффективности жилых зданий. В отличие от существующих в данной методике структура затрат соответствует сводному сметному расчету стоимости строительства, затраты и результаты на протяжении жизненного цикла здания учитывают нормативный срок

службы его отдельных элементов и оборудования. Методика учитывает социальную эффективность через дифференциацию в оплате топливно-энергетических ресурсов населением и экологический эффект от сокращения энергопотребления и выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Применение методики позволяет провести комплексную экономическую оценку энергоэффективности жилых зданий или отдельных проектных решений с учетом их энергетической, экологической и социальной эффективности.

3. Методика оценки оборудования для энергоэффективных жилых зданий на основе технико-экономических показателей его эксплуатации включает: а) определение коэффициента дифференциации тарифов, характеризующего возмещение стоимости единицы выработанной и затраченной энергии по тарифам, устанавливаемым для населения; б) определение коэффициента преобразования энергии как отношение затрачиваемой на работу оборудования и вырабатываемой им энергии в натуральных значениях, отражающего эффективность эксплуатации оборудования по преобразованию одного вида энергии в другой; в) экономическую оценку эксплуатации оборудования, базирующуюся на матрице вариантов сочетания значений коэффициентов. Предлагаемая методика в отличие от существующих учитывает дифференциацию тарифов на разные виды топливно-энергетических ресурсов и для различных групп населения, а также производительность оборудования, обеспечивающего выработку энергии. Методика позволяет обосновать выбор оборудования для конкретной совокупности инженерных систем энергоэффективного жилого здания.

4. Методика выбора рационального варианта повышения энергоэффективности жилых зданий, суть которой состоит в экономической оценке энергетической, экологической и социальной эффективности на уровне населения, инвестора и государства. Методика основывается на использовании в качестве инструмента выбора рационального варианта повышения энергоэффективности зданий каталога проектных решений, представляющего собой базу данных о технических, экономических и экологических характеристиках оборудования, инженерных сетей, конструкций и технологий. Новизна методики заключается в возможности: а) обосновать выбор проектных решений повышения энергоэффективности жилых зданий при ограничении финансовых ресурсов инвестора; б) обеспечить достижение целевых показателей энергопотребления жилых зданий, соответствующих существующим или более жестким нормативам удельного потребления топливно-энергетических ресурсов; в) создать основу для проектирования и строительства пассивных жилых домов с нулевым энергопотреблением, а также активных домов, способных посредством использования оборудования и инженерных сетей вырабатывать энергию и снабжать ею потребителей. Практическое применение методики позволило создать каталог проектных решений, который инвестору дает возможность обосновать инвестиции в повышение энергоэффективности жилых зданий; заказчику — выбрать готовое

проектное решение и поставщика оборудования для энергоэффективных жилых зданий; населению — получить информацию о вариантах снижения затрат на эксплуатацию помещений; обслуживающей организации — руководствоваться рекомендациями по эксплуатации энергоэффективного оборудования и инженерных сетей здания; государству — снизить расходы потребления экспортируемых энергоресурсов.

**Личный вклад соискателя ученой степени.** Диссертация является самостоятельным законченным научным трудом, выполненным автором на основе достижений отечественной и зарубежной экономической науки по данной проблематике. Все положения, содержащиеся в диссертации и выносимые на защиту, разработаны автором лично. Соавторы публикаций рассматривали вопросы, не связанные с результатами диссертационного исследования.

**Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов.** Основные положения, выводы и результаты диссертационного исследования докладывались на международных и республиканских научных, научно-практических и научно-технических конференциях, в том числе: «Экономика строительного комплекса и городского хозяйства» (Минск, 2015), «Наука — образованию, производству, экономике» (Минск, 2016, 2017), «Инновации в бетоноведении, строительном производстве и подготовке инженерных кадров» (Минск, 2016), «Актуальные проблемы энергетики 2017» (Минск, 2017), «Экономика и управление производством» (Минск, 2018).

Отдельные положения, выводы и рекомендации проведенного исследования были использованы при выполнении ГПНИ «Разработать теоретико-методологические основы развития жилищного хозяйства с учетом мировых трендов в технологическом и информационном обеспечении, а также новейших экологических норм» № 20181813, внедрены в учебный процесс филиала БНТУ «Межотраслевой институт повышения квалификации и переподготовки кадров по менеджменту и развитию персонала» по дисциплине «Управление стоимостью и финансированием проекта». Результаты исследования использованы в деятельности Республиканского унитарного предприятия «Институт жилища — НИПТИС им. Атаева С.С.», Минской областной организации Белхимпрофсоюза, ОАО «Трест Белтрансстрой», государственного научного учреждения «Институт жилищно-коммунального хозяйства Национальной академии наук Беларуси», Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь.

**Опубликование результатов диссертации.** По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, в том числе 1 монография, 4 статьи в изданиях, соответствующих п. 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, объемом 7,7 авторского листа, 9 — в сборнике научных статей, материалах конференций и тезисах докладов.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения, библиографического спи-

ска, включающего 202 источника, приложений. Общий объем диссертации — 179 страниц. Объем, занимаемый 18 таблицами, 24 рисунками и 6 приложениями, составляет 48 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

В главе 1 «Теоретические основы экономической оценки энергоэффективности жилых зданий» рассмотрены труды ученых, посвященные решению проблемы обеспечения энергоэффективности функционирования экономики. Изучению энергоэффективности жилых зданий посвящен ряд работ отечественных и зарубежных ученых, в которых основное внимание уделяется техническим аспектам повышения энергоэффективности. Определено, что технические, технологические и организационно-экономические аспекты энергоэффективности зданий связаны с существенными инвестиционными вложениями. Анализ теоретических основ экономической оценки энергоэффективности жилых зданий позволил уточнить определения понятий «энергоэффективное жилое здание» и «экономическая оценка энергоэффективности здания».

Энергоэффективное жилое здание — жилое здание, обеспечивающее за счет инновационных конструктивно-технологических решений и современной централизованной либо автономной инженерной инфраструктуры комфортные условия проживания при удельном потреблении топливно-энергетических ресурсов ниже существующих нормативов. Новизна предложенного определения заключается в учете централизованной либо автономной инженерной инфраструктуры для энергообеспечения здания, комфортности проживания в здании как показателя качества жизни и необходимости уточнения критерия при изменении нормативов удельного расхода энергии на электроснабжение, водоснабжение, отопление и вентиляцию.

Экономическая оценка энергоэффективности здания — определение рациональности использования финансовых средств на комплекс мероприятий повышения энергоэффективности здания с учетом социальных и экологических результатов. Показателем экономической эффективности является приведенная на начало расчетного периода экономия единовременных и текущих затрат на повышение энергоэффективности здания. Данное понятие в экономической оценке учитывает социальную и экологическую эффективность, позволяет сравнить эффективность различных проектов и выбрать рациональный вариант повышения энергоэффективности.

Выявлена специфика экономической оценки энергоэффективности жилых зданий, включающая: необходимость уточнения результатов оценки по плановым, проектным и фактическим показателям на стадии обоснования инвестиций, проектирования и эксплуатации; учет экономического эффекта от снижения выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; признание социальной значимости энергоэффективных жилых зданий, способствующих повышению



комфортности жилья и доступности оплаты жилищно-коммунальных услуг населением.

Методический подход к экономической оценке повышения энергоэффективности жилых зданий, разработанный с учетом выявленной специфики, объединяет интересы государства, инвестора и населения в комплексной оценке повышения энергетической, экономической, экологической и социальной эффективности жилых зданий с учетом ограничений проекта (рисунок 1).



**Рисунок 1. — Методический подход к экономической оценке повышения энергоэффективности жилых зданий**

Методический подход консолидирует оценку финансовых результатов, экологической и социальной эффективности, формирует систему комплексной экономической оценки повышения энергоэффективности жилых зданий включающую: на уровне государства реализацию социальной политики формирования тарифов для оплаты жилищно-коммунальных услуг населением и экологической стратегии сокращения выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; на уровне инвестора, финансирующего строительство жилых зданий, эффективность затрат на строительство, посредством сокращения эксплуатационных затрат; на уровне населения, использующего жилые помещения, оборудованные конструктивно-технологическими решениями повышения энергоэффективно-

сти, обеспечение сокращения коммунальных платежей за потребляемые энерго-ресурсы.

В главе 2 «**Анализ существующих подходов и зарубежной практики экономической оценки энергоэффективности жилых зданий**» проанализированы актуальное состояние жилищного фонда республики и современные подходы к оценке эффективности, рассмотрена специфика оценки экономической эффективности энергоэффективности жилых зданий — белорусский, российский и зарубежный опыт. Проблема повышения энергоэффективности жилых зданий актуальна как для вновь вводимых объектов, так и для уже существующего жилого фонда. Анализ жилого фонда республики свидетельствует о том, что решение проблемы повышения энергоэффективности жилых зданий представляет важную научную и практическую задачу и позволит повысить эффективность как отдельных объектов недвижимости, так и экономики Республики Беларусь в целом. Потребление топливно-энергетических ресурсов в жилищном секторе в 2017 г. составило 28,1 % от общего количества, при этом с 2010 г. наблюдается его устойчивый рост. Структура энергопотребления в жилищном секторе следующая: 52 % расходуется на отопление помещений, 18 % — на приборы и оборудование, 16 % — на подогрев воды. Учитывая, что структура потребления индивидуальна и зависит от множества факторов, в работе рассматриваются вопросы только экономической оценки эффективности организационно-технических проектных решений, обеспечивающих снижение энергопотребления.

Существующая в настоящее время методика определения эффективности использования средств на повышение энергоэффективности жилых зданий, применяется субъектами хозяйствования, осуществляющими финансирование и реализацию энергосберегающих проектных решений, являет собой общий подход к оценке экономической эффективности на основе сравнения расходов и доходов. Она не учитывает группировку затрат на строительные-монтажные и пусконаладочные работы, затраты на техобслуживание и расход энергии при эксплуатации, не определяет последовательность расчетов и их стадийность, вид здания и его класс энергоэффективности, а также дополнительный эффект от снижения выбросов загрязняющих веществ за счет экономии топливно-энергетических ресурсов.

Методика экономической оценки повышения энергоэффективности зданий, принятая в Российской Федерации, требует глубокой проработки проекта с вводом 94 параметров исходных данных по каждому проектному решению для обоснования выбора между вариантами. Применяемые коэффициенты «класс энергоэффективности» и «класс зелености» базируются на российских нормативах в области строительства и не имеют обоснования шкалирования. Методика позволяет оценить экономическую эффективность только для инвестора, без учета интересов государства и населения. Это говорит о финансовой, а не экономической эффективности проекта. Особенностью использования российской методи-

ки является наличие платного программного обеспечения, что автоматизирует систему расчетов.

Зарубежный опыт оценки экономической эффективности не имеет четкой методики оценки экономической эффективности проектных решений, обеспечивающих повышение энергоэффективности. Рассмотренные варианты являются комбинацией экономической оценки деятельности организации или экономической оценки инвестиционного проекта в целом. Методики носят общий характер: рекомендуют учитывать жизненный цикл зданий и экономическую эффективность для всего здания и не предоставляют инструментов для пошагового расчета.

Узкая направленность существующих методик обуславливает необходимость разработки методики комплексной экономической оценки энергоэффективности жилых зданий, которая в отличие от существующих: учитывает специфику инвестиционных проектов повышения энергоэффективности жилых зданий; не требует большого количества исходных данных и может быть применена на стадии обоснования инвестиций; предоставляет последовательность расчета с поэтапной группировкой параметров; учитывает энергетическую, экологическую и социальную эффективность проекта.

В главе 3 **«Методическое обеспечение экономической оценки энергоэффективности жилых зданий»** предложены авторские методики: методика комплексной экономической оценки повышения энергоэффективности жилых зданий, методика выбора энергоэффективного оборудования на основе технико-экономических показателей его эксплуатации и методика выбора рационального варианта повышения энергоэффективности жилых зданий.

*Методика комплексной экономической оценки повышения энергоэффективности жилых зданий*, основанная на оценке затрат и результатов для отдельных элементов и здания в целом, включает пять этапов: определение финансовых и технических ограничений проекта; сводный сметный расчет единовременных затрат; расчет эксплуатационных затрат на потребление энергоресурсов и техническое обслуживание оборудования для энергоэффективных жилых зданий; расчет экономии расхода энергоресурсов; экономическая оценка энергоэффективности жилых зданий (рисунок 2). В отличие от существующих в предлагаемой методике структура затрат соответствует сводному сметному расчету стоимости строительства, что позволяет использовать нормативный метод ценообразования.

При расчете затрат и результатов на протяжении жизненного цикла здания учитывается нормативный срок службы его отдельных элементов и оборудования для энергоэффективных жилых зданий. Методика комплексной экономической оценки энергоэффективности жилых зданий позволяет оценить экономическую эффективность путем сопоставления текущих чистых потоков и инвестиционных затрат с учетом использования коэффициентов дисконтирования. Выбор варианта осуществляется по системе показателей экономической эффективности реализации инвестиционных проектов.



**Рисунок 2. — Методика комплексной экономической оценки энергоэффективности жилых зданий**

Комплексная методика дает возможность оценить отдельные проектные решения и здание в целом на стадии обоснования инвестиций — по плановым данным, стадии проектирования — по проектным значениям, стадии реализации — по фактическим результатам. Методика учитывает социальную эффективность как дифференциацию в оплате топливно-энергетических ресурсов населением. Для учета влияния повышения энергоэффективности на снижение выбросов в окружающую среду применяются коэффициент экологичности к значению экономии средств и коэффициент энергоэффективности к единовременным затратам для учета снижения энергопотребления.

**Коэффициент экологичности** ( $E_{ec}$ ) учитывает класс здания энергоэффективности и выбросы  $CO_2$  в соответствии с существующими правилами расчета выбросов (ТКП 17.09-01–2011). С точки зрения устойчивого развития повышение энергоэффективности жилых зданий уменьшает выделение в окружающую среду  $CO_2$  и загрязняющих веществ, что повышает экологическую эффективность проекта (рисунок 3).

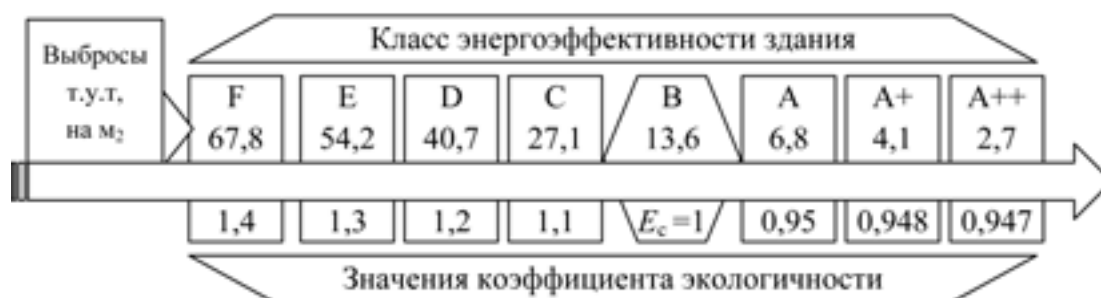


Рисунок 3. — Значение коэффициента экологичности

За единичное значение коэффициента экологичности принимается класс энергоэффективности *B* с удельным потреблением тепловой энергии на отопление не более  $60 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$  (при выбросах  $13,6$  т.у.т.). Методом прямой субъективной оценки величины стимула (шкалирование) по отношению к величине выбросов коэффициент экологичности для класса *A++* составляет  $0,947$ , а для класса *F* —  $1,4$ . Значение коэффициента экологичности во время эксплуатации может варьироваться в связи с корректировкой расчетных значений выбросов загрязняющих веществ, изменением норм проектирования или класса энергоэффективности.

**Коэффициент энергоэффективности** ( $E_{en}$ ) учитывает класс энергетической эффективности здания в соответствии с установленными правилами расчета тепловой защиты здания (ТКП 45-2.04-196–2010). За единичное значение принимается здание типа III с нормальным потреблением и отклонением расчетных (фактических) значений удельного расхода энергоресурсов на отопление здания от нормативных значений в пределах  $10\%$  в стороны увеличения и уменьшения по методу прямой субъективной оценки величины стимула с использованием стандартного раздражителя и ряда переменных. Коэффициент энергоэффективности зданий позволяет учесть снижение затрат на устройство источников гене-

рации и энергосетей за счет их проектирования и строительства с пониженной мощностью и пропускной способностью, а также снижение размера субсидирования тарифов для населения на энергоресурсы из-за уменьшения потребления. При изменении классификации зданий, норм удельных расходов энергоресурсов значение коэффициента энергоэффективности подлежит корректировке.

*Методика оценки оборудования для энергоэффективных жилых зданий на основе технико-экономических показателей его эксплуатации* включает:

а) определение коэффициента дифференциации тарифов как отражение их диспропорции на потребляемый и вырабатываемый энергоресурс, показывающий возмещение затрат по тарифам, устанавливаемым для населения. Коэффициент дифференциации ( $K_{\text{диф}}$ ) — безразмерная величина, равная отношению стоимости единицы выработанной энергии в рублях к единице затраченной энергии. Коэффициент дифференциации тарифов позволяет провести оценку влияния тарифов на экономическую эффективность использования оборудования, обеспечивавшего повышение энергоэффективности жилых зданий. Это определяет инвестиционную привлекательность проектов повышения энергоэффективности жилых зданий. Именно для жилых зданий значение коэффициента дифференциации тарифов оказывает решающую роль при выборе оборудования из-за многообразия ситуаций и мер государственной поддержки, вызывающих дифференциацию тарифов, и с учетом большого количества заинтересованных сторон, принимающих решения о повышении энергоэффективности жилых зданий. Данный коэффициент может стать инструментом экономического стимулирования для перехода системы отопления с природного газа на электроэнергию;

б) определение коэффициента преобразования энергии оборудования, вырабатывающего один энергоресурс за счет затрат другого. Коэффициент преобразования ( $K_{\text{пр}}$ ) — безразмерная величина, равная отношению произведенной к затраченной на совершение этой работы энергии в натуральных показателях. Он показывает полезное действие оборудования по преобразованию одного вида энергии в другой и может быть использован для оценки эффективности эксплуатации определенного оборудования, сочетаний технических решений, рассматриваемых в проекте повышения энергоэффективности жилых зданий;

в) экономическую оценку эффективности эксплуатации оборудования в соответствии с матрицей вариантов сочетания значений коэффициентов дифференциации тарифов и преобразования энергии (рисунок 4).

Для сценариев А1, Б1, В1, А2, Б2, В2 реализация проектных решений нецелесообразна, так как это оборудование не обеспечивает энергетической и экономической эффективности его эксплуатации. И хотя для сценариев В1 и В2 возможно образование экономического эффекта от оборудования за счет использования энергии, оплачиваемой по более выгодным тарифам, отсутствие энергетической эффективности должно стать критерием недопустимости такого проекта. Сценарии А3, Б3 и В3 соответствуют оборудованию, обеспечивающему повышение энергоэффективности.

## Сценарии дифференциации тарифов

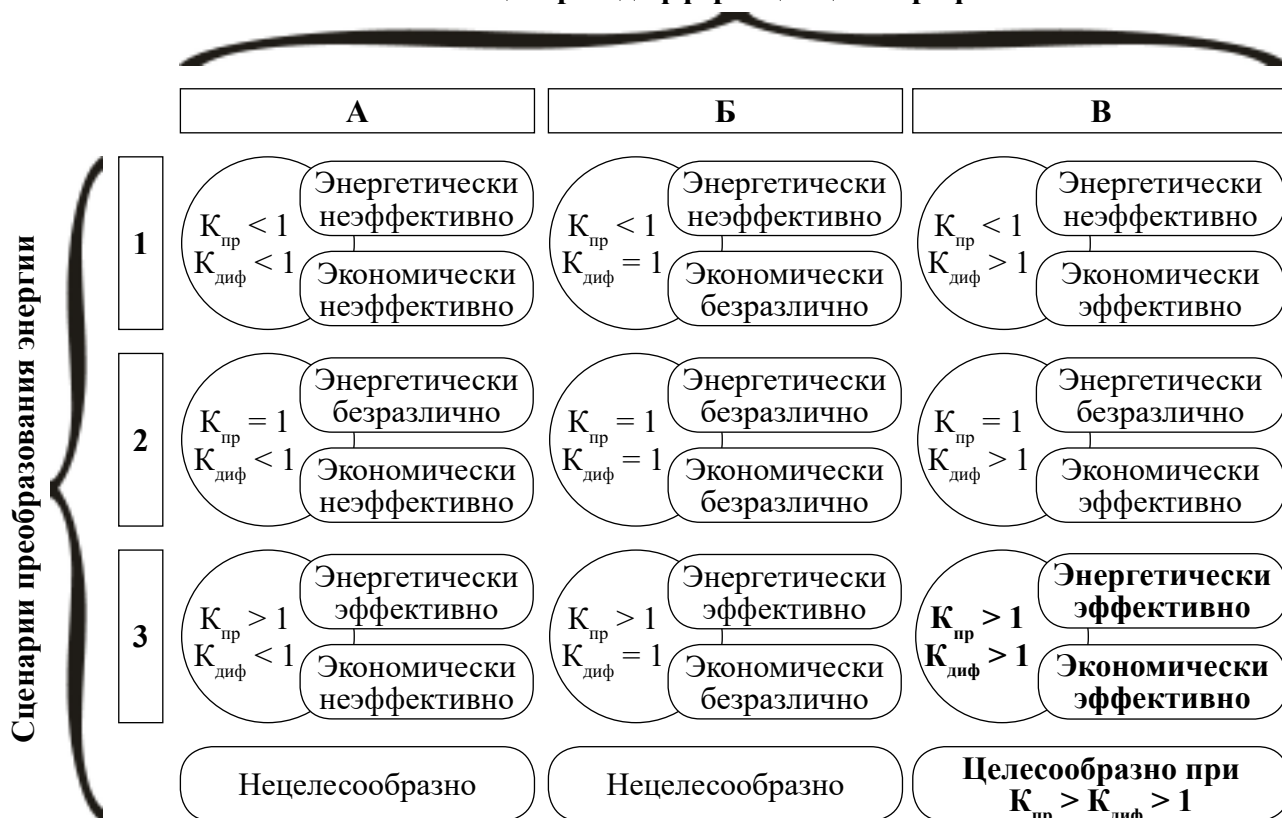
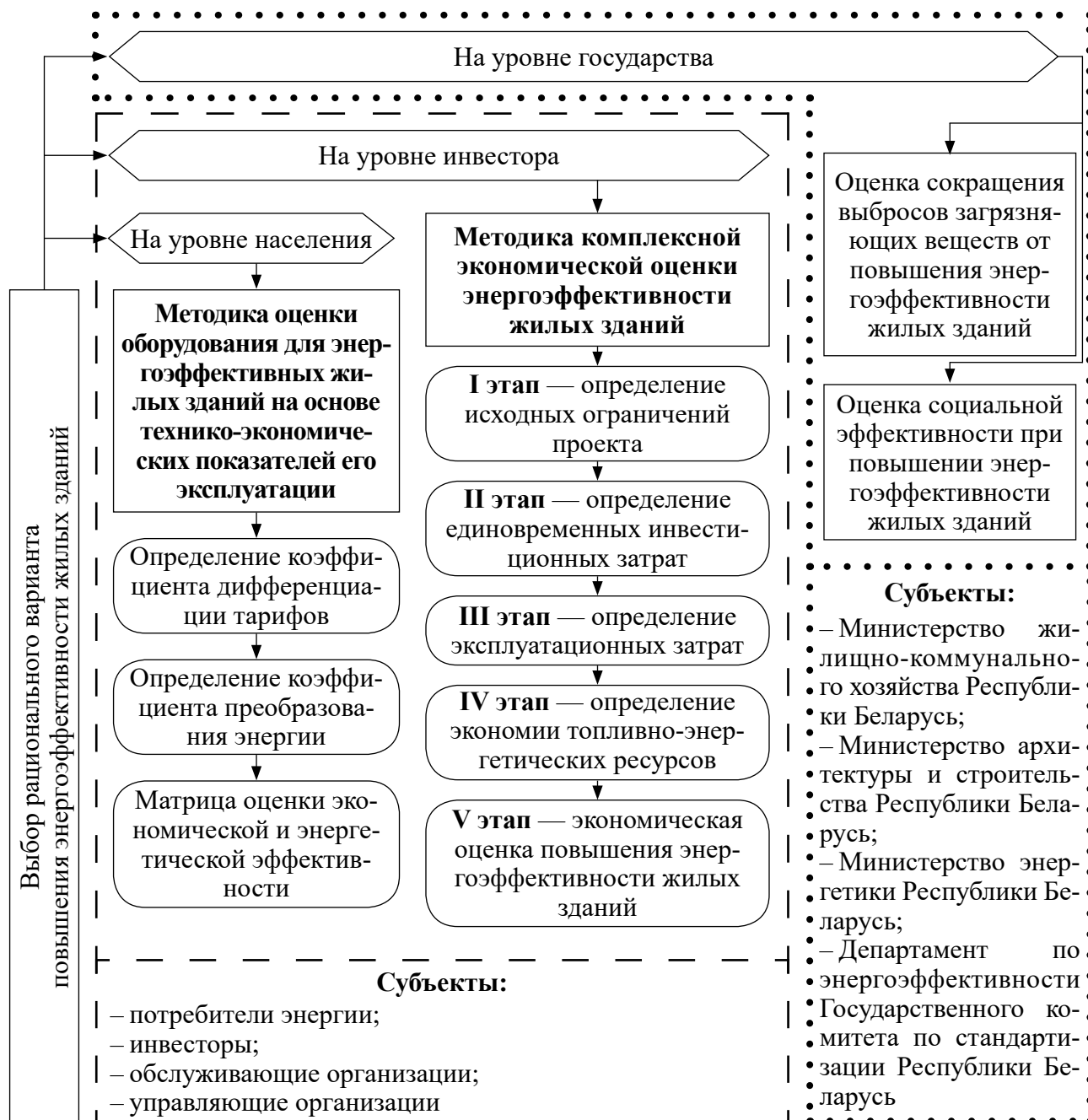


Рисунок 4. — Матрица вариантов сочетания значений коэффициентов преобразования энергии и дифференциации тарифов

Оценка экономической эффективности эксплуатации оборудования требует глубокого экономического анализа, так как для инвестора экономическая эффективность будет возможна лишь в том случае, когда коэффициент преобразования энергии больше, чем коэффициент дифференциации тарифов, и их произведение больше единицы, поскольку только в этом случае при эксплуатации образуется экономия средств на оплату топливно-энергетических ресурсов.

Методика выбора рационального варианта повышения энергоэффективности жилых зданий в зависимости от исходных ограничений проекта для инвестора, предусматривающая оценку энергетической, экономической, экологической и социальной эффективности повышения энергоэффективности жилых зданий, приведена на рисунке 5.

Методический подход к экономической оценке энергоэффективности жилых зданий детализируется в части применения методики оценки оборудования на основе технико-экономических показателей его эксплуатации, методики комплексной экономической оценки энергоэффективности жилых зданий для инвестора. Данные методики могут быть использованы на стадиях: обоснования инвестиций — на основе плановых показателей; реализации проекта — по проектным значениям; эксплуатации здания — по фактическим данным. Оценка экологической и социальной эффективности на уровне государства позволит учесть экономический эффект от снижения потребления энергоресурсов жилыми зданиями для экономики страны.



**Рисунок 5. — Методика выбора рационального варианта повышения энергоэффективности жилых зданий**

В зависимости от исходных ограничений проекта для инвестора методика выбора рационального варианта повышения энергоэффективности жилых зданий позволяет выделить два подхода к оценке эффективности, определяющих последовательность расчетов. При ограничении финансовых средств на единовременные затраты или оплату топливно-энергетических ресурсов осуществляется выбор проектных решений в пределах финансирования проектов. При ограничении технических параметров всего проекта либо отдельных проектных решений проводится расчет финансовых затрат и результатов проекта, осуществляется выбор экономически эффективного варианта (рисунок 6).





Практическим развитием методики выбора рационального варианта повышения энергоэффективности жилых зданий является создание и использование каталога энергоэффективных проектных решений для жилых зданий, сгруппированных на основе экономии либо выработки топливно-энергетических ресурсов. В каталог включается как исходная информация по проектным решениям (технические ограничения, данные о поставщиках и затратах), так и рассчитанные по методикам значения экономической эффективности эксплуатации оборудования и комплексная оценка варианта. В рамках диссертационного исследования проведен расчет экономической эффективности по 170 проектным решениям, приведенным в каталоге.

Каталог дает возможность: инвестору — обосновать инвестиции на повышение энергоэффективности; заказчику — выбрать готовое проектное решение и поставщика оборудования для энергоэффективных жилых зданий; населению — получить информацию о вариантах снижения затрат на эксплуатацию помещений; обслуживающей организации — принять руководство по эксплуатации энергоэффективных технологий. Для государства такой каталог является инструментом снижения затрат различных энергоресурсов.

Использование методики выбора рационального варианта повышения энергоэффективности жилых зданий позволяет создать единую инновационную систему, отражающую комплексный подход к решению проблемы оценки энергоэффективности жилых зданий, находящихся на разных стадиях жизненного цикла. Он представляет собой решение, учитывающее комплексную энергетическую, экономическую, экологическую и социальную оценку проектных решений повышения энергоэффективности, реализуемых и как отдельные мероприятия, и как единый проект повышения энергоэффективности жилых зданий.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **Основные научные результаты диссертации.**

1. Исследовано методическое обеспечение экономической оценки энергоэффективности жилых зданий. На основе анализа существующих методик, итогов собственных теоретических разработок и практического опыта работы в области повышения энергоэффективности жилых зданий автором предложены новые определения понятий «энергоэффективное жилое здание» и «экономическая оценка энергоэффективности здания». Выявлена специфика экономической оценки энергоэффективности жилых зданий, заключающаяся в необходимости уточнения результатов оценки: на стадиях: обоснования инвестиций — по плановым показателям; реализации проекта — по проектным значениям; эксплуатации здания — по фактическим данным. Принципиальный учет экономического эффекта от снижения выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и социальной эффективности проекта от повышения комфортности жилья и доступности

оплаты жилищно-коммунальных услуг населением позволил сформировать научный подход к разработке методического обеспечения экономической оценки энергоэффективности жилых зданий. Автором предложен методический подход, формирующий пути определения экономической оценки энергоэффективности жилых зданий на уровне государства, инвестора и населения [1, 2, 12–14].

2. Разработана методика комплексной экономической оценки энергоэффективности отдельных элементов и жилых зданий в целом, включающая пять этапов: 1) определение финансовых и технических ограничений проекта; 2) сводный сметный расчет единовременных затрат; 3) расчет эксплуатационных затрат на потребление энергоресурсов и техническое обслуживание оборудования для энергоэффективных жилых зданий; 4) расчет экономии расхода топливно-энергетических ресурсов; 5) экономическая оценка энергоэффективности жилых зданий. В отличие от существующих структура затрат соответствует сводному сметному расчету стоимости строительства, что позволяет использовать нормативный метод ценообразования. Затраты и результаты на протяжении жизненного цикла здания учитывают нормативный срок службы его отдельных элементов и оборудования для энергоэффективных жилых зданий. Обосновано применение коэффициента экологичности к значению экономии средств для учета влияния повышения энергоэффективности на снижение выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и коэффициента энергоэффективности к единовременным затратам для учета снижения субсидирования тарифов населению. Методика использована для экономической оценки проектных решений строительства трех энергоэффективных жилых домов второго поколения на 443 квартиры общей площадью 26 834,55 метра квадратных в Минске, Могилеве и Гродно [1, 3, 6, 8, 11].

3. Разработана методика оценки оборудования для энергоэффективных жилых зданий на основе технико-экономических показателей его эксплуатации, которая включает: а) определение коэффициента дифференциации тарифов, показывающего возмещение стоимости единицы выработанной и затраченной энергии по тарифам, устанавливаемым для населения; б) определение коэффициента преобразования энергии как отношения затрачиваемой на работу оборудования и вырабатываемой им энергии в натуральных значениях, показывающего эффективность использования оборудования по преобразованию одного вида энергии в другой; в) экономическую оценку эксплуатации оборудования, базирующуюся на матрице вариантов и критерии экономической эффективности. Новизна методики заключается в выборе рационального варианта оборудования с учетом возмещения тарифов на затрачиваемую для работы и вырабатываемую им энергию. Методика позволяет дать оценку экономической эффективности замещения одного вида энергии другим, оценить эффективность эксплуатации различных видов оборудования. Апробация данной методики позволила экономически обосновать выбор семи видов оборудования на сумму 2 949 818,59 долларов США для энергоэффективных жилых зданий при существующей системе дифференциации тарифов [1, 5, 9].

4. Разработана методика выбора рационального варианта повышения энергоэффективности жилых зданий. Методика интегрирует экономическую оценку энергетической, экологической и социальной эффективности на уровне населения, инвестора и государства и учитывает технические ограничения проектных решений. В отличие от существующих в зависимости от исходных ограничений проекта для инвестора методика основывается на одном из двух ограничений проекта — финансовых средств или технических параметров, определяющих последовательность расчетов. Применение методики позволило создать каталог проектных решений повышения энергоэффективности зданий, содержащий исходные данные и рассчитанные показатели эффективности. В рамках диссертационного исследования был проведен расчет экономической эффективности по 170 проектным решениям, приведенным в каталоге [1, 3, 4, 7, 10].

**Рекомендации по практическому использованию результатов.** Полученные результаты имеют практическую и научную значимость для деятельности субъектов хозяйствования и населения Республики Беларусь, целевой задачей которых является экономически обоснованное повышение энергоэффективности жилых зданий, — для инвесторов, предприятий строительного комплекса, организаций, обеспечивающих население жилищно-коммунальными услугами. Внедрение результатов исследования в практическую деятельность органов государственного управления будет содействовать эффективному использованию ограниченных энергоресурсов, повышению экономической эффективности проектных решений, обеспечению модернизации жилых зданий, улучшению сферы услуг ЖКХ и социально-экономическому развитию страны в целом.

Отдельные положения, выводы и рекомендации диссертационного исследования были использованы при выполнении ГПНИ № 20181813 «Разработать теоретико-методологические основы развития жилищного хозяйства с учетом мировых трендов в технологическом и информационном обеспечении, а также новейших экологических норм», внедрены в учебный процесс филиала БНТУ «Межотраслевой институт повышения квалификации и переподготовки кадров по менеджменту и развитию персонала» по дисциплине «Управление стоимостью и финансированием проекта».

Результаты исследования использованы в деятельности Республиканского унитарного предприятия «Институт жилища — НИПТИС им. Атаева С.С.», Минской областной организации Белхимпрофсоюза, ОАО «Трест Белтрансстрой», государственного научного учреждения «Институт жилищно-коммунального хозяйства Национальной академии наук Беларуси», Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

### *Монография*

1. Григорьева, Н. А. Экономические аспекты повышения энергоэффективности жилых зданий / О. С. Голубова, Н. А. Григорьева. — Минск : БНТУ, 2018. — 175 с.

### *Статьи в изданиях, включенных в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований*

2. Григорьева, Н. А. Концепция оценки экономической эффективности мероприятий повышения энергоэффективности жилых зданий / Н. А. Григорьева // Экон. наука сегодня. — 2017. — №. 6. — С. 199–208.

3. Григорьева, Н. А. Факторы экологичности и энергоэффективности в оценке экономической эффективности мероприятий по повышению энергоэффективности жилых зданий / Н. А. Григорьева // Тр. Сер. 5. Экономика и упр. / Белорус. гос. техн. ун-т ; редкол.: И. В. Войтов [и др.]. — Минск, 2017. — № 2 (202). — С. 80–85.

4. Григорьева, Н. А. Каталог мероприятий как инструмент повышения энергоэффективности жилых зданий / Н. А. Григорьева // Экон. наука сегодня. — 2018. — №. 8. — С. 280–286.

5. Григорьева, Н. А. Влияние тарифной политики и системы перекрестного субсидирования на экономическую эффективность оборудования, преобразовывающего электрическую энергию в тепловую / Н. А. Григорьева // Вестн. Полоцк. гос. ун-та. Сер. Д. Экон. и юрид. науки. — 2018. — № 14. — С. 68–75.

### *Статьи в сборниках научных статей, материалах конференций и тезисы докладов*

6. Голубова, Н. А. (Григорьева, Н. А.) Европейская практика повышения энергетической эффективности жилого фонда / Н. А. Голубова (Н. А. Григорьева) // Экономика строительного комплекса и городского хозяйства : материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск, 8–15 дек. 2015 г. / Белорус. нац. техн. ун-т. — Минск, 2016. — С. 179–184.

7. Голубова, Н. А. (Григорьева, Н. А.) Методическое обеспечение управленческих решений повышения энергоэффективности жилого фонда / Н. А. Голубова (Н. А. Григорьева) // Наука — образованию, производству, экономике : мате-

риалы 14-й Международ. науч.-техн. конф., Минск, апрель 2016 г. : в 4 т. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: Б. М. Хрусталева, Ф. А. Романюк, А. С. Калиниченко. — Минск, 2016. — Т. 2. — С. 298.

8. Голубова, Н. А. (Григорьева, Н. А.) Экономическая оценка мероприятий повышения энергоэффективности жилых зданий / О. С. Голубова, Н. А. Голубова (Н. А. Григорьева) // Инновации в бетоне, строительстве и подготовке инженерных кадров : материалы междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения И. Н. Ахвердова и С. С. Атаева, Минск, 9–10 июня 2016 г. : сб. ст. : в 2 ч. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: Э. И. Батыновский, В. В. Бабицкий. — Минск, 2016. — Ч. 2. — С. 176–181.

9. Голубова, Н. А. (Григорьева, Н. А.) Комплексный подход к обеспечению энергоэффективности жилого здания / Н. А. Голубова (Н. А. Григорьева), А. Д. Гуринович // Ценообразование в строительстве : материалы респ. науч.-практ. конф., Минск, 5–8 дек. 2016 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол. О. С. Голубова [и др.]. — Минск, 2017. — С. 178–182.

10. Голубова, Н. А. (Григорьева, Н. А.) Проблемы оценки расхода топливно-энергетических ресурсов при эксплуатации жилых зданий / Н. А. Голубова (Н. А. Григорьева) // Наука — образованию, производству, экономике : материалы 15-й Международ. науч.-техн. конф., Минск, апрель 2017 г. : в 4 т. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: Б. М. Хрусталева, Ф. А. Романюк, А. С. Калиниченко. — Минск, 2017. — Т. 2. — С. 307.

11. Голубова, Н. А. (Григорьева, Н. А.) Энергетическая сертификация жилых зданий / Н. А. Голубова (Н. А. Григорьева) // Наука — образованию, производству, экономике : материалы 15-й Международ. науч.-техн. конф., Минск, апрель 2017 г. : в 4 т. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: Б. М. Хрусталева, Ф. А. Романюк, А. С. Калиниченко. — Минск, 2017. — Т. 2. — С. 308–309.

12. Григорьева, Н. А. Экономическая оценка мероприятий повышения энергоэффективности жилых зданий // Инновационное развитие экономики: предпринимательство, образование, наука : сб. науч. ст. / Гос. ин-т упр. и соц. технологий БГУ ; редкол.: Т. В. Борздова (отв. ред.) [и др.]. — Минск, 2017. — С. 165–167.

13. Григорьева, Н. А. Опыт Российской Федерации в оценке экономической эффективности мероприятий повышения энергоэффективности / Н. А. Григорьева // Актуальные проблемы энергетики 2017 : материалы студен. науч.-техн. конф., Минск, апрель 2017 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; сост. И. Н. Прокопеня, Т. А. Петровская. — Минск, 2018. — С. 554–560.

14. Григорьева, Н. А. Концепция оценки экономической эффективности мероприятий повышения энергетической эффективности жилых зданий / Н. А. Григорьева // Экономика и управление производством : 82-я науч.-техн. конф. профессорско-преподават. состава, науч. сотрудников и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 1–14 февр. 2018 г. / Белорус. гос. техн. ун-т. — Минск, 2018. — С. 24–25.

## РЭЗЬЮМЭ

Грыгор’ева Наталія Аляксандраўна

### Метадычнае забеспячэнне эканамічнай ацэнкі энергаэфектыўнасці жылых будынкаў

**Ключавыя словы:** энергаэфектыўны жылы будынак, эканамічная эфектыўнасць, будаўніцтва, эканамічная ацэнка энергаэфектыўнасці.

**Мэта працы:** развіццё тэарэтычных асноў, распрацоўка метадычнага забеспячэння эканамічнай ацэнкі энергаэфектыўнасці жылых будынкаў.

**Метады даследавання:** агульнанавуковыя, сістэмны падыход, інстытуцыянальны падыход, эканоміка-матэматычныя.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** развіты тэарэтычныя асновы эканамічнай ацэнкі энергаэфектыўнасці жылых будынкаў, распрацаваны: методыка комплекснай эканамічнай ацэнкі энергаэфектыўнасці жылых будынкаў; методыка ацэнкі абсталявання на аснове тэхніка-эканамічных паказчыкаў яго эксплуатацыі; методыка выбару рацыянальнага варыянту павышэння энергаэфектыўнасці жылых будынкаў.

**Ступень выкарыстання:** вынікі дысертацыі былі выкарыстаны пры выкананні ДПНД № 20181813 «Распрацаваць тэарэтыка-метадалагічныя асновы развіцця жыллёвай гаспадаркі з улікам сусветных трэндаў ў тэхналагічным і інфармацыйным забеспячэнні, а таксама найноўшых экалагічных нормаў», укаранёны ў вучэбны працэс філіяла БНТУ МПК і ПК, выкарыстаны ў дзейнасці РУП «Інстытут жылля — НДПТІБ ім. Атаева С.С.», Мінскай абласной арганізацыі Белхімпрафсаюза, ААТ «Трэст Белтрансстрой», Інстытута жыллёва-камунальнай гаспадаркі НАН Беларусі, Міністэрства архітэктуры і будаўніцтва Рэспублікі Беларусь.

**Галіна прымянення:** вынікі даследавання маюць практычную значнасць для дзейнасці інвестараў, прадпрыемстваў будаўніцтва і насельніцтва, органаў дзяржаўнага кіравання, якія рэгулююць дзейнасць у сферы энергазабеспячэння, будаўніцтва і паслуг ЖКГ, а таксама могуць быць карысныя адукацыйным і навукова-даследчым арганізацыям.

## РЕЗЮМЕ

Григорьева Наталия Александровна

### **Методическое обеспечение экономической оценки энергоэффективности жилых зданий**

**Ключевые слова:** энергоэффективное жилое здание, экономическая эффективность, строительство, экономическая оценка энергоэффективности.

**Цель работы:** развитие теоретических основ, разработка методического обеспечения экономической оценки энергоэффективности жилых зданий.

**Методы исследования:** общенаучные, системный подход, институциональный подход, экономико-математические.

**Полученные результаты и их новизна:** развиты теоретические основы экономической оценки энергоэффективности жилых зданий, разработаны: методика комплексной экономической оценки энергоэффективности жилых зданий; методика оценки оборудования на основе технико-экономических показателей его эксплуатации; методика выбора рационального варианта повышения энергоэффективности жилых зданий.

**Степень использования:** результаты диссертации были использованы при выполнении ГПНИ № 20181813 «Разработать теоретико-методологические основы развития жилищного хозяйства с учетом мировых трендов в технологическом и информационном обеспечении, а также новейших экологических норм», внедрены в учебный процесс филиала БНТУ МИПК и ПК, использованы в деятельности РУП «Институт жилища — НИПТИС им. Атаева С.С.», Минской областной организации Белхимпрофсоюза, ОАО «Трест Белтрансстрой», Института жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси, Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь.

**Область применения:** результаты исследования имеют практическую значимость для деятельности инвесторов, предприятий строительства и населения, органов государственного управления, регулирующих деятельность в сфере энергоснабжения, строительства и услуг ЖКХ, а также могут быть полезны образовательным и научно-исследовательским организациям.



## SUMMARY

Grigoryeva Nataliya Alexandrovna

### **Methodical maintenance of energy efficiency estimation of residential buildings**

**Keywords:** energy efficient residential buildings, economic efficiency construction, economic efficiency, of energy efficient buildings.

**The purpose of the work:** development of theoretical foundations and methodological support for the economic estimation of energy efficiency of residential buildings.

**Research methods:** general scientific, system approach, institutional approach, economic and mathematical.

**The results obtained and their novelty:** the theoretical foundations of the economic assessment of energy efficiency of residential buildings were developed; method of integrated economic assessment of residential buildings' energy efficiency; method for assessing equipment based on technical and economic indicators of its operation; method of choosing a rational option to improve the energy efficiency of residential buildings.

**Scope of application:** the results of the research were used in the implementation of the GPNI № 20181813 «Develop a theoretical and methodological basis for the development of housing in view of the world trends in technology and information support, as well as the latest environmental standards», are introduced in the educational process of branch of BNTU MIPK & PC, used in the RUE «Institute of homes — NIPTIS them. Ataeva S.S.», Minsk Regional Organization of Belkhimprofsoyuz, Trest Beltransstroy OJSC, Institute of Housing and Communal Services of the NAS of Belarus, Ministry of Architecture and Construction of the Republic of Belarus.

**Scope:** the results of the research have practical importance for investors, construction enterprises and the population, as well as for the activities of government bodies regulating field of energy supply, construction and communal services, and may also be useful for educational and research organizations.

Редактор *Т.В. Скрипко*  
Корректор *С.В. Лукашевич*  
Технический редактор *О.В. Амбарцумова*  
Компьютерный дизайн *Д.И. Щедрова*

Подписано в печать \_\_\_\_\_. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.  
Офсетная печать. Усл. печ. л. \_\_\_. Уч.-изд. л. \_\_\_. Тираж 66 экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение: УО «Белорусский государственный экономический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/299 от 22.04.2014, № 2/110 от 07.04.2014.

Пр. Партизанский, 26, 220070, Минск.