

Таким образом, существует необходимость провести комплексное исследование водоемов населенных пунктов для определения их экологического состояния.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Водный кодекс Республики Беларусь: закон Респ. Беларусь, 30 апреля 2014 г. N 149-3 // Эталон-Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь.
2. Обзоры результативности экологической деятельности. Беларусь. Третий обзор. Серия обзоров результативности экологической деятельности. – Выпуск № 44. Printed at United Nations, Geneva – 1602149 (R) – March 2016 – 572 – ECE/CEP/178.
3. Тур, Э. А. Экологический аспект технологии очистки загрязнённой пластовой воды Прибугского подземного хранилища газа / Э. А. Тур, С. В. Басов, Н. М. Голуб // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: сб. материалов Междунар. научн.-практ. конф., Брест, 25–27 сентября 2013 г. / Под ред. А. А. Волчека [и др.]. – Брест : изд-во БрГТУ, 2013. – С. 236–239.
4. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2016–2017 гг.). – Минск, 2018.
5. Гертман, Л. Н. Обеспечение поэтапного развертывания сети пунктов наблюдений за состоянием поверхностных вод по гидроморфологическим показателям / Л. Н. Гертман, И. Ю. Буко // Водные ресурсы и климат : материалы V Международного Водного Форума, 5-6 октября 2017 г., г. Минск : в 2 ч. / Белорусский государственный технологический университет ; [редкол. проф. д-р техн. наук О. Б. Дормешкин и др.]. – Минск : БГТУ, 2017. – Ч. 2. – С. 211–213.
6. Охрана окружающей среды и природопользование. Аналитический контроль и мониторинг. Правила определения химического (гидрохимического) статуса озерных экосистем : ТПК 17.13-09-2013 (02120) – Минск : Минприроды РБ, 2014 – 14 с.
7. Охрана окружающей среды и природопользование. Аналитический (лабораторный) контроль и мониторинг. Порядок отнесения поверхностных водных объектов (их частей) к классам экологического состояния (статуса) : ТПК 17.13-21-2015 (33140) – Минск : Минприроды РБ, 2015 – 30 с.
8. Инвентаризация водных объектов Брестской области (реки, озера, водохранилища, пруды, родники, ручьи) (этап 1 2017 года). Отчет ЦНИИКИВР. – Минск : РУП «ЦНИИКИВР», 2017. – 79 с.
9. Беларуская энцыклапедыя : у 18 т. / Рэдкал. : Г. П. Пашкоў [і інш.] – Минск : БелЭн, 1996. – Т. 2: Аршыца – Беларусцы – 480 с.
10. Блакітная кніга Беларусі : энцыкл. / Беларус. энцыкл. ; рэдкал. : Н. А. Дзісько [і інш.] – Минск : БелЭн, 1994. – 415 с.
11. Беларуская энцыклапедыя : у 18 т. / Рэдкал. : Г. П. Пашкоў [і інш.] – Минск : БелЭн, 1999. – Т. 9 : Кулібін – Малаіта – 560 с.
12. Беларуская энцыклапедыя : у 18 т. / Рэдкал. : Г. П. Пашкоў [і інш.] – Минск : БелЭн, 2000. – Т. 11: Мурі – Паліклініка – 560 с.
13. Природа Беларуси : энциклопедия : в 3 т. / Редкол. : Т. В. Белова [и др.]. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі. – 2010. – Т. 2. Климат и вода – 504 с.
14. Беларуская энцыклапедыя: у 18 т. / Рэдкал. : Г. П. Пашкоў [і інш.] – Минск : БелЭн, 1998. – Т. 6: Дадаізм – Застава – 576 с.
15. Кириченко, Л. А. Проблемы мониторинга малых водных объектов урбанизированных территорий / Л. А. Кириченко // Мелиорация и сельское строительство. Поиск молодежи : сборник научных трудов студентов, магистрантов, аспирантов и соискателей / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия ; под ред. Р. А. Другомилова. – Горки : РПЦ «Печатник», 2019. – С. 67–68.
16. Кириченко, Л. А. К вопросу геоэкологической оценки водно-болотной системы г. Бреста / Л. А. Кириченко // Актуальные проблемы наук о Земле : использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды : сб. материалов Междунардн. науч.-практ. конф., посвященной Году науки в Респ. Беларусь, Брест, 25–27 сент. 2017 г.: в 2 ч. / Ин-т природопользования НАН Беларуси, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: А. К. Карабанов [и др.]; науч. ред. А. К. Карабанов, М. А. Богдасаров. – Брест : БрГУ, 2017. – Ч. 1. – С. 172–176.

Материал поступил в редакцию 12.04.2019

#### KIRICHENKO L. A. The ecological status of reservoirs of the Western Bug River basin

In the article analyzes the ecological state of water bodies of the Western Bug River basin. The directions of environmental monitoring according to changes in the regulatory framework for determining the ecological status of water bodies of the Republic of Belarus are presented. It was revealed that in the created register of water bodies it is necessary to include water bodies of urbanized territories and conduct their comprehensive assessment to determine the ecological status.

УДК 699.86

Черноиван В. Н., Черноиван Н. В., Новосельцев В. Г., Черноиван А. В.

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

**Введение.** Как показывает практика, в Беларуси приоритетным решением проблемы экономии энергетических ресурсов на отопление жилых зданий, подключенных к сетям центрального отопления, на протяжении последних 15 лет (постановление Совета Министров РБ №45 от 17.01.2003 г.) и на ближайшую перспективу (информация в печати о готовящемся Правительством Беларуси проекта указа о тепловой модернизации жилья), является тепловая модернизация эксплуатируемых зданий, т. е. утепление фасадов.

Согласно постановлению Совета Министров РБ №45 от 17.01.2003 г. «О мерах по повышению эффективности эксплуатации жилищного

фонда, объектов коммунального и социально-культурного назначения и защите прав потребителей коммунальных услуг» предусматривалось в период с 2004 по 2015 гг. выполнение тепловой модернизации более 7 млн м<sup>2</sup> фасадов эксплуатируемых зданий.

Основной целью постановления было за счет утепления фасадов уменьшить потери тепла через ограждающие конструкции (стены) и тем самым снизить затраты на отопление зданий, подключенных к сетям центрального отопления.

Все расходы по тепловой модернизации финансировались за счет средств государственного бюджета. Основным конструктивным

**Черноиван Вячеслав Николаевич**, к. т. н., профессор, профессор кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета

**Черноиван Николай Вячеславович**, к. т. н., доцент, доцент кафедры прикладной механики Брестского государственного технического университета.

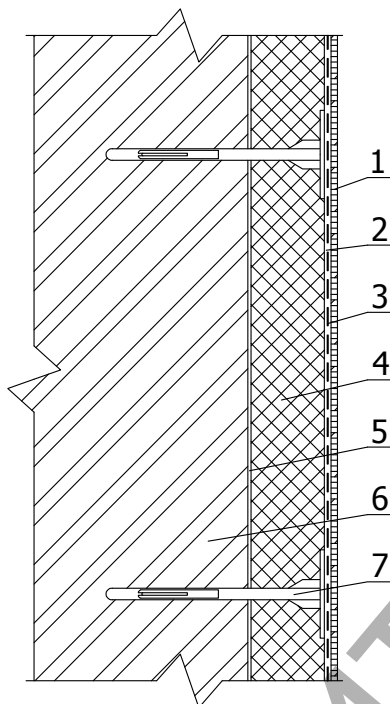
**Черноиван Анна Вячеславовна**, к. т. н., доцент, доцент кафедры экономики и организации строительства Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская 267.

решением утепления стен была легкая штукатурная система утепления «термошуба» (рис. 1).

Стоимость 1 м<sup>2</sup> системы утепления «термошуба» в зависимости от применяемого плитного утеплителя составляла 25...32 USD. Учитывая, что на рынке теплоизоляционных строительных материалов в Республике Беларусь на тот период стоимость 1 м<sup>3</sup> беспрессового плитного полистирольного пенопласта была почти в 1,5 раза ниже стоимости волокнистых минераловатных плитных утеплителей, стройэкспертиза настойчиво рекомендовала заказчикам закладывать в проектно-сметную документацию дешевый отечественный плитный беспрессовый пенополистирольный пенопласт марки ПСБС-25.

На сегодня, т. е. август 2018 года, статистические данные о полученной в стране экономии энергии на отопление зданий по результатам выполнения постановления Совета Министров РБ №45 от 17.01.2003 г. в открытой печати не публиковались. Анализ результатов выполненной работы не озвучен.



1 – декоративно-защитный слой; 2 – армирующий слой; 3 – армирующий материал; 4 – теплоизоляционный слой; 5 – клеевой слой; 6 – утепляемая стена; 7 – дюбель-анкер для крепления плит утепления

**Рисунок 1** – Конструктивное решение легкой штукатурной системы «Термошуба»

### Оценка эксплуатационной эффективности кирпичных стен, утепленных способом «термошуба»

С 2009 по 2014 год авторами статьи с целью оценки технического состояния конструктивных слоев утепленных кирпичных стен были выполнены натурные обследования 8 эксплуатируемых жилых зданий в г. Бресте, прошедших тепловую реабилитацию, способом «легкая штукатурная система» («термошуба») [6–9].

В жилых помещениях обследованных утепленных зданий отсутствовала механическая вентиляция (не предусмотрена проектом), заполнение оконных проемов выполнено из стеклопакетов.

Несмотря на то, что на момент обследования срок эксплуатации утепленных кирпичных жилых зданий не превысил 5 лет, физические характеристики материалов утепленных стен претерпели существенные негативные изменения. Зафиксированная максимальная влажность керамического полнотелого кирпича приближалась к 11%, что более чем в 5 раз выше нормативной величины [1]. Плитный утеплитель, беспрессовый пенополистирольный пенопласт увлажнился почти до 21%, что более чем в 2 раза выше нормативной величины [1].

Фактическое сопротивление теплопередаче кирпичных стен жилых обследованных зданий, эксплуатируемых около пяти лет

после тепловой реабилитации фасада, составило немногим более 70% от расчетного (проектного) значения  $R_{расч}$ . Столь существенное снижение теплотехнических характеристик утепленных кирпичных стен объясняется увеличением влажности материалов стен в процессе эксплуатации здания.

Анализ результатов выполненных численных исследований теплотехнических показателей конструкции кирпичной стены, утепленной способом «термошуба» с применением плитного пенополистирола, позволяет сделать вывод: основной причиной высокой влажности воздуха в жилых помещениях с заполнением оконных проемов стеклопакетами, без механической вентиляции утепленной стены в целом<sup>1</sup>. Следует отметить, что с увеличением толщины отдельных конструктивных слоев утепленной стены сопротивление паропропускания ее так же возрастает.

Например: после утепления кирпичной стены толщиной 510 мм до требуемого на сегодня  $R_{т.норм} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , сопротивление паропропускания конструкции ( $R_{п}$ ) увеличилось в 1,7 раза и составило почти  $6 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ .

Исследования, выполненные Б. Ф. Васильевым [10], подтверждают наш вывод, что основной причиной увлажнения материалов, составляющих конструктивные слои утепленных стен, в процессе эксплуатации жилых помещений является постоянное накопление влаги в наружном ограждении за счет поступления в него пара из воздуха помещения, которое обусловлено следующим:

- значительной разностью парциальных давлений водяного пара, содержащегося в воздухе помещений и в наружном воздухе в зимнее время (отсутствие вентиляции и наличие стеклопакетов). Этот процесс активизируется с увеличением разности температур внутреннего и наружного воздуха, т. е. чем выше сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции (утепленной стены), тем быстрее во времени снижаются ее теплотехнические характеристики;
- невозможностью в теплое время года обеспечить уход влаги из стены наружу (просушивание конструкции). Следует отметить, что во всех обследованных зданиях фактическое сопротивление теплопередаче утепленных наружных кирпичных стен было около  $2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ .

На основании вышеизложенного можно сделать следующий вывод. Для поддержания требуемых санитарно-гигиеническими нормами влажности и газового состава воздуха в жилых помещениях необходимо проведение дополнительных технических мероприятий, в первую очередь – устройство вентиляции.

Специалистам известно, что сегодня основной проблемой в зданиях с утепленными фасадами является обеспечение вентиляции в помещениях. Применяемая механическая система вентиляции имеет высокую стоимость и при эксплуатации потребляет большое количество электрической энергии. Желание сэкономить на отоплении помещений за счет подачи через систему механической вентиляции подогретого воздуха (рекуперация) приводит к еще большим финансовым затратам.

Результаты исследований по данной проблеме, опубликованные в открытой печати [5], подтверждают, что эксплуатационная эффективность, а также долговечность утепленных способом «легкая штукатурная система» ограждающих конструкций, у которых приведенное сопротивление теплопередаче более  $1,5... 2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , имеет тенденцию к снижению.

В связи с этим принятое в 2009 г. ни чем не обоснованное решение об увеличении рекомендуемого нормативного сопротивления теплопередаче ( $R_{т.норм}$ ) наружных стен из штучных материалов (кирпич, шлакоблоки и т. п.) с  $2,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$  до  $3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$  [4], при устойчивом потеплении климата на Земле и в Беларуси [3] вызывает непонимание. Возникает ощущение, что люди, разрабатывающие

<sup>1</sup> под термином «сопротивление паропропусканию конструкции утепленной стены в целом» в статье подразумевается, что в процессе эксплуатации здания прохождение отработанного воздуха (пара) через стены из помещений наружу сильно затруднено.

нормативы по строительной теплотехнике, не достаточно профессионально знакомы со спецификой проектирования утепленных ограждающих конструкций.

Следует отметить, что с 2010 года в Беларуси действует нормативный документ [2], позволяющий при проектировании утепленных ограждающих конструкций не привязываться к установленному директивно для всей территории Беларуси нормативному сопротивлению теплопередаче стен ( $R_{т.норм.} = 3,2 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$ ), а использовать **нормируемое сопротивление теплопередаче** ограждающих конструкций, которое рассчитывается по следующему выражению:

$$R_{норм.} = 0,024 \times D_d / Q \text{ (м}^2 \times \text{°C/Вт)}, \quad (1)$$

где  $Q$  – величина годовых тепловых потерь через  $1 \text{ м}^2$  ограждающей конструкции, определяется согласно табл. 2 [2];

$D_d$  (ГСОП) – численные значения зависят от климатического района эксплуатации проектируемого объекта, согласно п. 6.1.1 [2] определяют по формуле:

$$D_d = \text{ГСОП} = (t_e - t_{н.ом.}) \times Z_{ом.} \quad (2)$$

где  $t_{н.ом.}$ ,  $Z_{ом.}$  – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С, и продолжительность отопительного периода, сут., определяемые по СНБ 2.04.02 [3];

$t_e$  – расчетная температура внутреннего воздуха в помещениях зданий, °С, принимается по табл. 4.1 [1].

В публикации [8] выполнен сравнительный анализ действующей методики проектирования ограждающих конструкций [1], который позволяет сделать вывод, что назначенные одинаковые для всех населенных пунктов Республики Беларусь численные значения нормативного сопротивления теплопередаче ( $R_{т.норм.}$ ) [4] существенно превышают значения, полученные расчетами по выражению (1). Величина полученных расхождений, в первую очередь, может быть объяснена тем, что в [1] приняты укрупненные по областям  $t_{н.ом.}$  и  $Z_{ом.}$  (табл. 4.4), которые не учитывают реальные климатические условия в каждом населенном пункте Беларуси (табл. 3.1 [3]), что влечет за собой необоснованное увеличение расходов строительных материалов и, как следствие, увеличение стоимости утепления  $1 \text{ м}^2$  наружных ограждающих конструкций.

**Методика оценки экономической эффективности повышения теплозащиты ограждающих конструкций зданий.** Основным критерием эффективности рекомендуемого к реализации конструктивно-технологического решения утепления фасада с экономической точки зрения является условие окупаемости, которое в общем виде выражается неравенством:

$$\Delta K \times p < \Delta \mathcal{E}, \quad (3)$$

где  $\Delta K$  – единовременные затраты на техническое решение, р./ед. изделия;  $p$  – годовая процентная ставка за банковский кредит, доли ед./год;  $\Delta \mathcal{E}$  – годовая прибыль, получаемая за счет реализации конструктивно-технологического решения, р./ед. изделия, год).

Если на реализацию конструктивно-технологического решения потребовался банковский кредит (единовременные затраты)  $\Delta K$ , то ежегодная прибыль  $\Delta \mathcal{E}$  должна превосходить ежегодные платежи банку  $\Delta K \times p$ . Если неравенство (3) не выполняется, то реализация конструктивно-технологического решения при постоянных во времени значениях  $\Delta \mathcal{E}$  и  $p$  никогда не окупится.

Так как тепловая модернизация – это дополнительное повышение теплозащиты ограждающей конструкции, то в качестве единицы изделия принимается  $1 \text{ м}^2$  ограждающей конструкции, а неравенство (3) принимает вид:

$$\Delta K \times p < 0,024 \times \text{ГСОП} \times (-\Delta k) \times C_T, \quad (4)$$

где  $\Delta K$  – единовременные затраты на снижение коэффициента теплопередачи ограждения, р./м<sup>2</sup>;  $\Delta k$  – снижение коэффициента теплопередачи при дополнительном утеплении ограждения, Вт/(м<sup>2</sup>×°С); ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, °С×сут/год;  $C_T$  – цена тепловой энергии, р./(кВт×ч); 0,024 – размерный коэффициент, кВт×ч/(Вт×сут).

В строительстве величиной, характеризующей теплозащиту ограждающей конструкции, является приведенное сопротивление

теплопередаче, которое связано с коэффициентом теплопередаче конструкции формулой:

$$k = 1/R_{норм.} \quad (5)$$

Из (4) следует макроэкономический критерий окупаемости повышения теплозащиты ограждающих конструкций:

$$\Delta K/k < \omega, \quad (6)$$

где  $\omega$  – предельное значение удельных единовременных затрат является макроэкономическим параметром региона строительства и определяется по формуле:

$$\omega = 0,024 \times \text{ГСОП} \times C_T / p. \quad (7)$$

В неравенстве (6) слева находится характеристика конструкции – удельные единовременные затраты на повышение теплозащиты ограждающей конструкции, а справа – характеристика региона строительства – предельное значение указанных удельных единовременных затрат (они не зависят от конструкции). Левая часть неравенства (6) почти не зависит от региона строительства, а правая часть не зависит от параметров конструкции.

Следовательно, для каждого региона существует свое ограничение на повышение теплозащиты ограждающих конструкций, выражаемое неравенством (6). Это неравенство позволяет оценивать варианты повышения теплозащиты ограждающих конструкций.

Анализ результатов расчетов по оценке окупаемости повышения сопротивления теплопередаче наружных стен, выполненные по методике приведенной выше [5], позволил сделать вывод, **что повышение теплозащиты ограждающих конструкций свыше санитарно-гигиенических требований в большинстве случаев экономически невыгодно, поскольку не окупается.**

Несомненно, что в числе энергосберегающих решений как одно из направлений может иметь место и повышение теплозащиты ограждающих конструкций. Но нормирование повышенной теплозащиты стен должно быть экономически обосновано.

Следует отметить, что тепловая модернизация в странах Европы и России активно применяется только для утепления фасадов частных жилых домов.

**Заключение.** Как показывают расчеты экономической эффективности, на сегодня тепловая модернизация эксплуатируемых жилых зданий экономически невыгодна, поскольку не окупается.

Анализ вышеизложенного позволяет сделать заключение, что основным фактором низкой экономической эффективности тепловой модернизации эксплуатируемых жилых зданий является высокая материалоемкость и трудоемкость. Основной причиной высокой стоимости  $1 \text{ м}^2$  (25...32 USD) утепления фасада является то, что сегодня конструктивные решения их утепления разработаны в соответствии с действующими требованиями к теплозащите стен ( $R_{т.норм.} = 3,2 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$ ) [1], которые сильно завышены [8].

Кроме того, установленное при проектировании (возведении) наружных стен  $R_{т.норм.}$  [1] более чем в 2 раза выше санитарно-гигиенических требований, что приводит к дополнительным финансовым затратам на устройство и эксплуатацию механической вентиляции.

На основании вышеизложенного можно сделать следующее заключение: действующие сегодня в Беларуси нормативные документы [1] требуют существенной корректировки [8].

Для снижения расходов на общестроительные работы на тепловую модернизацию эксплуатируемых жилых зданий и финансовых затрат на устройство и эксплуатацию механической вентиляции с рекуперацией в период их эксплуатации рекомендуется:

До внедрения в практику строительства конструктивно-технологические решения утепления ограждающих конструкций с повышенной теплозащитой должны пройти апробацию через экспериментальное строительство. Нормативные требования к теплозащите стен должны следовать за апробированными решениями, а не наоборот.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-2.04-43-2006\*. – Минск : Минстройархитект. РБ. – 2014. – 47 с.

2. Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения : ТКП 45-2.04-196-2010. – Минск : Минстройархитект. РБ. – 2010. – 21 с.
3. Строительная климатология (Изменение № 1 СНБ 2.04.02-2000) : СНБ 2.04.02-2000. – Минск : Минстройархитект. РБ. – 2007. – 33 с.
4. Утверждено и введено в действие приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 29 декабря 2008г. № 484. Изменение №1 ТКП 45-2.04-43-2006(02250).
5. Гагарин, В. Г. Макроэкономические аспекты обоснования энергосберегающих мероприятий при повышении теплозащиты ограждающих конструкций // Строительные материалы. – 2010. – № 3. – С. 8–16.
6. Черноиван, В. Н. Техническое состояние конструктивных слоев утепленных наружных стен эксплуатируемых зданий / В. Н. Черноиван, Н. В. Черноиван, В. Г. Новосельцев // Промышленное и гражданское строительство (г. Москва, Россия). – 2014. – № 4. – С. 45–48.
7. Черноиван, В. Н. К вопросу проектирования тепловой изоляции кирпичных стен жилых зданий / В. Н. Черноиван, Н. В. Черноиван, В. Г. Новосельцев, А. В. Черноиван // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2016. – № 2 : Водохозяйственное строительство, теплотехника и геоэкология – С. 134–137.
8. Черноиван, В. Н. Нужны ли в Беларуси корректировки требований по определению сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций? // Мастерская. Современное строительство. Белорусский аналитический журнал для практиков строительного дела. – 2016. – № 6. – С. 33–37.
9. Черноиван, В. Н. Пути совершенствования конструктивно-технологических решений несущих кирпичных стен / В. Н. Черноиван, В. Г. Новосельцев, Н. В. Черноиван, В. И. Юськович, А. В. Черноиван // Промышленное и гражданское строительство (г. Москва, Россия). – 2018. – № 2. – С. 43–47.
10. Васильев, Б. Ф. Натурные исследования температурно-влажностного режима жилых зданий. – М. : Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1957. – 210 с.
11. Гагарин В. Г. Экономический анализ повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий // Строительные материалы. – 2008. – № 8. – С. 41–47.

Материал поступил в редакцию 17.02.2019

**CHERNOIVAN V. N., CHERNOIVAN N. V., NOVOSELCEV V. G., CHERNOIVAN A. V. Assessment of the efficiency of thermal modernization of residential buildings**

The full-scale studies of operated residential brick buildings, the insulation of the facades of which is carried out by the method of «thermoshuba», showed that to ensure the payback of works on thermal modernization, recommended today in Belarus  $R_{m, norm.} = 3.2 \text{ m}^2 \times \text{C/W}$  requires a significant downward adjustment.

УДК 551.582.3+624.0

**Тур В. В., Мешик О. П., Дереченник С. С., Черноиван А. В., Маркина А. А.**

**ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ГИС ДЛЯ НАЗНАЧЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**Введение.** Установление характеристических значений климатических воздействий на строительные конструкции осуществляется в соответствии с Национальными приложениями к EN 1991-1-3 [1], EN 1991-1-4 [2], EN 1991-1-5 [3], где приведены карты районирования снеговых и ветровых нагрузок, температурных воздействий. Снимаемое с карт характеристическое значение является фоновым и часто не учитывает физико-географические особенности региона (высоту над уровнем моря, лесистость, экспозицию склона и др.). Региональные особенности могут существенно корректировать реальные климатические воздействия и, в этой связи, необходим инструмент, способный решать задачу надежного обеспечения потребителей обработанными данными метеорологических наблюдений. Таким инструментом является геоинформационная система (ГИС), разработанная на реальных метеорологических данных, учитывающих современные климатические изменения и использующая оригинальные методики определения характеристических значений климатических воздействий с учетом региональных физико-географических особенностей.

**Цель работы** – создание ГИС, позволяющей назначать характеристические значения климатических воздействий на строительные конструкции зданий и сооружений в Республике Беларусь.

**Исходными данными** в исследованиях являются: обобщения состояния климата и его изменений в Республике Беларусь; временные ряды метеорологических наблюдений, характеризующих ветро-

вой и температурный режимы, количественные и качественные характеристики снежного покрова на территории Республики Беларусь; результаты научных исследований в области климата и его влияния на конструкции зданий и сооружений.

Первые ГИС появились в 60-е годы 20 века и решали задачи управления земельными ресурсами в Канаде и Швейцарии. Развитие информационных технологий привело к всплеску и повсеместному развитию ГИС в 80-90-е годы для решения прикладных задач природопользования и природообустройства, экологии, геологоразведки и др. Особое место заняли ГИС непосредственно в изысканиях, планировании, проектировании, эксплуатации объектов промышленного и гражданского, водохозяйственного, энергетического, транспортного, сельскохозяйственного и других видов строительства. Современная ГИС – это система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информацией о необходимых объектах [4]. В этой связи создаваемая ГИС представляет собой многослойную интерактивную карту с набором векторных и растровых слоев и их комбинаций, включая картографическую основу, позволяющую с достаточным разрешением, применительно к конкретному объекту, представленному географическими координатами (широтой, долготой, высотой), решать задачи по назначению климатических воздействий на строительные конструкции. Пространственные данные представлены в виде послойных карт снеговых и ветровых

**Тур Виктор Владимирович**, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой технологии бетона и строительных материалов Брестского государственного технического университета

**Мешик Олег Павлович**, к. т. н., доцент, заведующий кафедрой природообустройства Брестского государственного технического университета.

**Дереченник Станислав Станиславович**, к. т. н., доцент, заведующий кафедрой электронных вычислительных машин и систем Брестского государственного технического университета.

**Маркина Анастасия Александровна**, магистрант кафедры электронных вычислительных машин и систем Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская 267.