

DOI: 10.21122/2227-1031-2016-15-6-469-475

УДК 624.9

## Некоторые особенности учета морального износа при выборе вариантов строительства, ремонта или реконструкции зданий

Докт. техн. наук С. Н. Осипов<sup>1)</sup>, Д. А. Поздняков<sup>1)</sup><sup>1)</sup>ГП «Институт жилища – НИПТИС имени Атаева С. С.» (Минск, Республика Беларусь)© Белорусский национальный технический университет, 2016  
Belarusian National Technical University, 2016

**Реферат.** В XXI в. в понятие морального износа жилья входит не только ухудшение с течением времени внешнего вида строительных элементов, но и ускоренная смена моды на внутренний вид и быстрое повышение технического уровня оборудования жилых помещений. Поэтому если в зданиях серий 1–335, 1–335А и 1–464А, построенных в Минске с 1957 по 1975 г., при эксплуатации до 2005–2006 гг. средний уровень физического износа составлял 25–29 %, а моральный износ – более 40 %, то в XXI в. скорость морального износа существенно увеличилась. Эта ситуация требует специальных исследований. Действующие в настоящее время высокие ставки рефинансирования привели к необходимости учета первоначальных затрат и уровней ремонтпригодности, от которых зависит выбор варианта строительства, ремонта или реконструкции зданий. Для упорядочения такого выбора предложена классификация ремонтпригодности основных элементов жилых зданий и помещений. При этом учитываются технологичность ремонта и технического обслуживания, а также контролируемость, доступность, легкосъемность, заменяемость и взаимозаменяемость строительных элементов и технических устройств. В статье приведены номограммы, позволяющие облегчить практические расчеты по определению экономически выгодного промежутка времени эксплуатации элемента перед его заменой на новый при различных ставках рефинансирования, а также для сравнения относительных первоначальных затрат в зависимости от срока службы.

**Ключевые слова:** моральный износ, физический износ, ремонт, реконструкция, жилые здания, строительные элементы, учет рефинансирования, ремонтпригодность, время эксплуатации

**Для цитирования:** Осипов, С. Н. Некоторые особенности учета морального износа при выборе вариантов строительства, ремонта или реконструкции зданий / С. Н. Осипов, Д. А. Поздняков // *Наука и техника*. 2016. Т. 15, № 6. С. 469–475

## Several Specific Features in Record Keeping of Functional Moral Depreciation while Selecting Variant for Construction, Repair or Reconstruction of Buildings

S. N. Osipov<sup>1)</sup>, D. A. Pozdniakov<sup>1)</sup><sup>1)</sup>UE “Institute of Housing – NIPTIS named after Ataev S. S.” (Minsk, Republic of Belarus)

**Abstract.** In the XXI century moral depreciation concept comprises not only deterioration of outside appearance of construction elements in the course of time but accelerated fashion changes in respect of interior design and rapid increase in technical level for residence buildings. For this reason if average rate of building dilapidation in the buildings of series 1–335, 1–335A and 1–464A constructed in Minsk within the period of 1957–1975 and being operated till 2005–2006 has constituted 25–29 % and their moral depreciation has been equal to more than 40 % then rate of the moral depreciation has significantly increased in the XXI century. Such situation requires execution of special investigations. High operating rates of refinancing have led to the necessity for record keeping of initial expenses and repairability levels because selection of building construction, repair or

### Адрес для переписки

Осипов Сергей Николаевич  
ГП «Институт жилища – НИПТИС имени Атаева С. С.»  
ул. Ф. Скорины, 15б,  
220114, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел.: +375 17 263-81-91  
up-niptis@rambler.ru

### Address for correspondence

Osipov Sergey N.  
UE “Institute of Housing – NIPTIS named after Ataev S. S.”  
15b F. Skoriny str.,  
220114, Minsk, Republic of Belarus  
Tel.: +375 17 263-81-91  
up-niptis@rambler.ru

reconstruction variant depends on these parameters. Repairability classification of main elements of residence buildings and premises has been proposed for regulation of such selection procedure. In this case it is recommended to take into account technological effectiveness of repair and technical service, verifiability, accessibility, easy dismountability, substitutability and interchangeability of construction elements and technical devices. The paper presents nomograms that permit to make easier practical calculations on determination of cost-efficient time period for operation of the element prior to its substitution at various refinancing rates and also for comparison of relative initial expenses according to time service.

**Keywords:** moral depreciation, building dilapidation, repair, reconstruction, residence buildings, construction elements, record keeping of refinancing, repairability, in-service time

**For citation:** Osipov S. N., Pozdniakov D. A. (2016) Several Specific Features in Record Keeping of Functional Moral Depreciation while Selecting Variant for Construction, Repair or Reconstruction of Buildings. *Science & Technique*. 15 (6), 469–475 (in Russian)

В нынешнее время зачастую моральный износ зданий, особенно старой постройки, существенно превышает физический износ. Так, в Республике Беларусь по состоянию на начало XXI в. в зданиях серий 1–335, 1–335А и 1–464А, построенных в период с 1957 по 1975 г., физический износ не превышал 25–29 %, а моральный износ составлял более 40 % [1, с. 30]. Восстановительная стоимость морального износа жилых помещений стремительно возрастает особенно последние 20 лет в связи с ускорением темпов научно-технического прогресса, рекламы, торговли и т. п. Поэтому основные требования к планировке, оформлению, оборудованию квартир изменяются примерно каждые 10 лет. Следовательно, необходимо уже при проектировании новых жилых зданий учитывать рост влияния морального износа на величину общего износа.

Следует отметить, что если моральный износ [2, с. 280] – это «несоответствие основных параметров здания, определяющих условия проживания или производства, объем и качество предоставленных услуг, современным требованиям», то физический износ [2, с. 560] – это «ухудшение технических и связанных с ними других показателей эксплуатационных качеств здания, его отдельных элементов на определенный момент времени». Однако оценка величин и видов износов является только первым этапом планирования различных вариантов ремонта здания и его элементов, выбор которых зависит от уровней износа и ремонтнопригодности, характеризуемой [2, с. 445] приспособленностью изделия к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов и к устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания. Рекомендуется использовать два основных по-

казателя ремонтнопригодности здания: вероятность восстановления здания или его элементов в заданное время и среднее время восстановления [2, с. 445]. Сегодня при проектировании обычно определяется только среднее время восстановления, т. е. продолжительность ремонта.

Как отмечает В. М. Пилипенко [1, с. 174–176], моральный износ в процентах от стоимости здания с учетом наличия или отсутствия основных видов благоустройства, инженерного оборудования, геометрических параметров помещений и качества отделки можно определить по формуле [3]

$$J_m = 100(k_h k_f k_r k_0 k_{in} - 1), \quad (1)$$

где  $k_h$  – коэффициент, зависящий от высоты помещений существующего здания;  $k_f$  – то же, зависящий от средней площади квартиры существующего здания;  $k_r$  – то же, зависящий от удельных расходов теплоты на отопление и вентиляцию жилого здания;  $k_0$  – то же, зависящий от отделки фасадов существующего здания;  $k_{in}$  – то же, зависящий от обеспеченности существующего здания инженерным оборудованием, определяется как сумма показателей по формуле [3]

$$k_{in} = 1 + \sum_{i=1}^n p_i, \quad (2)$$

$p_i$  –  $i$ -й показатель, значение которого изменяется от (–0,04) при электроотоплении до 0,10 при отсутствии водопровода или канализации.

В перечень показателей  $p_i$  [1, с. 176] входят 18 наименований, в том числе отсутствие водопровода и канализации, что в наше время для многоквартирных зданий вообще неприемлемо, а пригодно только для дачных строений

и то с желательным использованием современных передвижных устройств. Ни один из приведенных показателей не зависит от времени и, следовательно, речь не идет об износе, а просто моральный износ до сих пор является показателем комфортности оцениваемого жилья.

Вопрос учета будущего морального износа изделия при выборе вариантов строительства, ремонта или реконструкции здания весьма сложный и, в частности, зависит от изменения не только технического уровня строительных элементов и конструкций, но также и от вкусов жителей, которые, в свою очередь, зависят от образа жизни и рекламы. Все это определенным образом связано с большим расширением ценовых диапазонов на строительные элементы. Так, за последние 20 лет развитие капитализма в странах бывшего СССР привело к огромному разнообразию предлагаемых на рынке строительных элементов, к которым, в частности, можно отнести даже смесители холодной и горячей воды для ванн (душевых) установок. Разнообразие этих смесителей составляет десятки видов стоимостью 30–150 и более долларов США, что при строительстве, ремонте и реконструкции большинства жилых зданий требует учета «экономических сроков» нормированной, т. е. обозначенной производителем, службы. При этом выясняется интересное обстоятельство, что срок службы почти всех смесителей обозначен производителем в 10 лет, а гарантия дается всего на один год. Следовательно, за остальные девять лет службы смесителя производитель никакой ответственности не несет. Так что же определяет данный срок службы?

Бурный рост нанотехнологии, электроники и всемирной паутины позволяет надеяться, что в ближайшие 10 лет в новых и даже старых домах уже не придется крутить краны холодной и горячей воды для принятия душа, а можно будет набрать на дисплее (даже дистанционно) необходимую температуру и в нужный момент нажать кнопки пуска и интенсивности водяного потока. Уже теперь строители разделяют строящиеся жилые дома на следующие три категории комфортности и стоимости [4, п. 3.8]: жилой дом повышенной комфортности и улучшенной планировки, или элит-класса; жилой

дом типовых потребительских качеств с улучшенной планировкой, или комфорт-класса; жилой дом типовых потребительских качеств, или эконом-класса. Все перечисленные категории существенно различаются оборудованием, планировкой, отделкой. Причем строителям наиболее выгодно сооружение дорогостоящих зданий, однако острая необходимость возникает в строительстве массового, относительно дешевого жилья. Поэтому важнейшими вопросами являются учет сочетания современности, сроков службы и ремонтпригодности выбираемых элементов строительных конструкций и инженерных систем зданий при учете капитализации первоначальной стоимости. Рассмотрим вопросы, касающиеся:

- разработки способа использования оптимизированных по ремонтпригодности групп элементов строительных конструкций и инженерных систем зданий;
- сроков службы элементов строительных конструкций в сочетании с особенностями физического и морального износа, ремонтпригодностью и стоимостью с учетом капитализации первоначальных затрат на элементы строительных конструкций и инженерных систем жизнеобеспечения;
- минимизации стоимости первоначальных затрат на строительство 1 м<sup>2</sup> жилья.

Для решения поставленных вопросов при строительстве, ремонте и реконструкции жилых зданий необходимо:

- определить принадлежность элементов зданий к одной из групп ремонтпригодности исходя из их сроков службы или замены;
- предусмотреть несущие силовые элементы, рассчитанные с нормативным запасом прочности на весь срок службы здания;
- в качестве элементов здания, распределенных по группам ремонтпригодности, использовать элементы с наиболее подходящей стоимостью в группе;
- сроки замены элементов строительных конструкций и инженерных систем определять по величине физического и морального износа с учетом времени достижения суммы капитализации от сэкономленных первоначальных затрат стоимости замены элементов строительных конструкций и инженерных систем в соот-

ветствии с номограммой, которую строят при помощи выражения

$$\tau = \frac{-\ln\left(\frac{a_2}{a_1} - 1\right)}{\ln(1 + \varphi)}, \quad (3)$$

где  $a_1$  – стоимость более дешевого элемента строительного устройства или инженерной системы с меньшим сроком службы и стоимостью с учетом установки, руб.;  $a_2$  – то же для элемента с большим сроком службы и стоимостью с учетом установки, руб.;  $\varphi$  – ставка рефинансирования, доли ед.

Для решения указанных задач предлагается способ строительства и реконструкции зданий, использующий принцип комплексной оценки эффективности применения наиболее дешевых ремонтнопригодных элементов строительных конструкций и инженерных систем с учетом капитализации первоначальных затрат. В первую очередь следует определить необходимые уровни ремонтнопригодности различных элементов здания. Это можно произвести по нескольким принципам [5]. В данном случае важны как ремонтная технологичность, так и технологичность технического обслуживания, в которые входят контролируемость объекта, доступность его частей, их легкосъемность (заменяемость) и взаимозаменяемость.

Исходя из конструкционных особенностей и оборудования здания, его основные элементы, с точки зрения ремонтнопригодности и необходимых сроков замены, можно условно разделить на следующие группы:

1) основные несущие силовые элементы здания, параметры которых должны выбираться исходя из полного срока службы здания с учетом износа со временем, контролируемости и частичного (точечного) ремонта. К таковым можно отнести фундаменты, несущие стены и каркас, другие подобные элементы;

2) опирающиеся на основные несущие конструкции, ограждающие и межэтажные элементы (кровля, чердачные конструкции, межэтажные перекрытия и т. п.), как правило, рассчитанные на более короткие по сравнению с конструкциями 1-й группы сроки службы, должны выбираться с обязательным учетом пригодности и заменяемости;

3) внутридомовые перегородки и аналогичные элементы конструкции здания, при замене которых аналогично предыдущим группам может возникнуть необходимость в дорогостоящем отселении жильцов;

4) внутридомовые системы инженерного оборудования (теплогазоснабжение, горячее и холодное водоснабжение, канализация, вентиляция), ремонт и замена которых не требуют отселения жильцов, должны обладать высоким уровнем ремонтнопригодности, который в последние годы повышается благодаря новым схемам прокладки, когда межэтажные перекрытия пронизывают только стояки;

5) все поверхностные элементы строительных конструкций (наружные и внутренние), подверженные регулярному периодическому ремонту (покраска, замена обоев и т. п.), а также арматура инженерных систем (краны, разъемные соединения, осветительная аппаратура, электророзетки, выключатели и т. п.).

Из приведенного перечня для 2–5-й групп элементов за счет оптимизации их ремонтнопригодности и заменяемости, основанной на учете их экономических сроков замены, возможна существенная моральная модернизация с учетом экономии их первоначальной стоимости. Следует отметить достаточную определенность приведенных пяти групп ремонтнопригодности основных элементов зданий, которые по содержанию соответствуют нормативным документам [6, 7] и носят вполне определенный характер с перечнем конкретных элементов зданий.

Известно немало литературных источников, в которых по-разному трактуются надежность и износ строительных элементов и их частей разного уровня с учетом восстановительной стоимости. К таковым источникам в первую очередь следует отнести [7, 8], а также 11 частей международного стандарта ISO 15686, в котором первые три части [9–11] представляют интерес для рассматриваемых вопросов. Как пример, в [7] приведены 69 таблиц по признакам физического износа конструкций и элементов жилых зданий, а также 32 кривые их физического износа. Кроме того, там же представлены таблицы (Приложения Г и Д), в которых используются стоимостные параметры (восстановительная стоимость). Следовательно, при оценке величин износа отдельных элементов

(конструктивных и технических), наряду с показателями физического износа, используются величины (абсолютные и относительные) восстановительной стоимости. Однако до сих пор нет четких нормативов по оценке морального износа жилых зданий.

При капитализации затрат стоимость устройства или системы с учетом монтажа, пуска в эксплуатацию и средних расходов на текущий ремонт в течение срока службы при постоянной ставке рефинансирования составляет

$$c = a(1 + \varphi)^{\tau}, \quad (4)$$

где  $a$  – стоимость устройства или системы с учетом монтажа и средних расходов на текущий ремонт в момент пуска в эксплуатацию, руб.;  $\varphi$  – ставка рефинансирования, постоянная в течение времени  $\tau$ , доли ед.;  $\tau$  – время эксплуатации, лет.

Благодаря этому выражению становится возможным оценить экономическую эффективность выбора строительных конструкций и элементов инженерных систем, которую можно определить исходя из первоначальных затрат и сроков службы. Используя приведенную выше формулу так называемых сложных процентов, легко получить следующее выражение:

$$\frac{c_2 - c_1}{a_1} = \left( \frac{a_2}{a_1} - 1 \right) (1 + \varphi)^{\tau} = K, \quad (5)$$

где  $c_2$  – стоимость более дорогого элемента строительного устройства или инженерной системы с большим сроком службы с учетом установки и пуска через  $\tau$  лет эксплуатации, руб.;  $a_2$  – то же в момент пуска, руб.;  $c_1$  – то же более дешевого элемента строительного устройства или инженерной системы с меньшим сроком службы с учетом установки и пуска через  $\tau$  лет эксплуатации, руб.;  $a_1$  – то же в момент пуска, руб.;  $K$  – коэффициент, характеризующий относительное изменение разности стоимостей более дорогого и дешевого элементов с учетом капитализации первоначальных затрат.

Если ставка рефинансирования и стоимость обслуживания элемента неравномерно изменяются с годами, то формула (5) усложняется. Из приведенного выражения видно, что при

$K = 1$  разность между затратами на более дорогой и более дешевый элементы к моменту эксплуатации  $\tau$  достигает стоимости установки нового более дешевого элемента. Если к этому времени вследствие инфляции денежной единицы стоимость установки нового, более дешевого элемента возрастет на  $\varphi$  %, то вместо  $K = 1$  следует принимать  $K + \varphi$ , где  $\varphi$  – в долях ед.

В простом случае, когда  $K = 1$ , легко получить

$$\tau = -\frac{\ln\left(\frac{a_2}{a_1} - 1\right)}{\ln(1 + \varphi)} \quad \text{при } 1 < \frac{a_2}{a_1} \leq 2. \quad (6)$$

Сущность предлагаемого метода уменьшения первоначальных затрат при строительстве, ремонте и реконструкции зданий поясняется при помощи номограмм на рис. 1, 2.

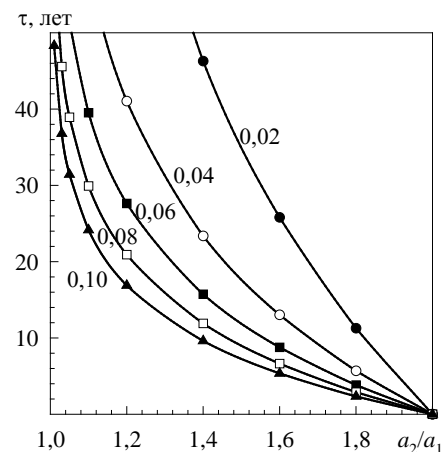


Рис. 1. Номограмма для определения промежутка времени эксплуатации элемента при замене его на новый:

цифры, стоящие у кривых, – ставки рефинансирования

Fig. 1. Nomogram for determination of operational time interval for element when it is required to replace it by a new one: digits close to curves indicate refinancing rate

Используя выражение (6) или номограмму на рис. 1, вытекающую из (6), определяется такой промежуток времени эксплуатации  $\tau$  более дорогого элемента, чтобы стала выгодной замена более дешевого элемента при ставке рефинансирования  $\varphi$ . Промежуток времени  $\tau$  также можно найти по номограмме рис. 2, построенной для  $\varphi = 0,10$  (10 %) и  $0,06$  (6 %).

В качестве примера можно определить целесообразность первоначальной установки в системе внутреннего горячего водоснабжения

запорной арматуры, изготовленной из латуни (нормативный срок эксплуатации 15 лет [6, 7]) или чугуна (нормативный срок эксплуатации 10 лет [6]) при ставке рефинансирования 10 % ( $\varphi = 0,10$ ). В случае  $a_2/a_1 = 1,4$  значение  $a_2/a_1 - 1 = 0,4$ , и расчет и номограмма дают величину  $\tau \approx 10$  лет.

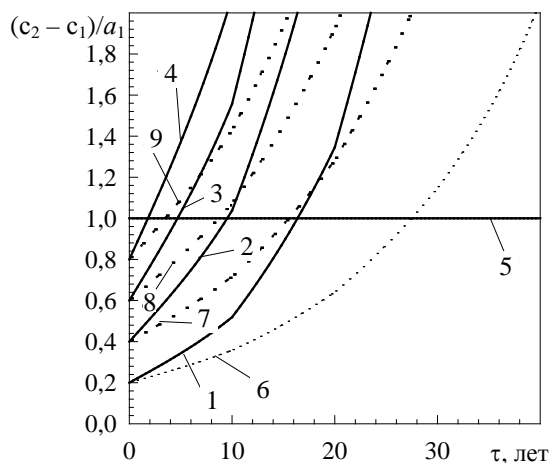


Рис. 2. Номограмма для сравнения относительных затрат в зависимости от срока службы:

кривые 1–4 – при  $\varphi = 0,10$ ;  
6–9 – при  $\varphi = 0,06$ ; линия 5 – при  $K = 1$

Fig. 2. Nomogram for comparison of relative expenses depending on life cycle:

curves 1–4 – at  $\varphi = 0,10$ ;  
6–9 – at  $\varphi = 0,06$ ; line 5 – at  $K = 1$

Таким образом, через 10 лет эксплуатации общие затраты на более дорогой кран позволяют поставить новый чугунный с новым сроком службы в 10 лет. Первоначальное использование чугунных кранов дает возможность сократить расходы на запорную арматуру примерно на 30 %. При росте  $K$  от 1,0 до 1,4 и более за счет увеличения стоимости чугунной запорной арматуры установка латунных кранов может оказаться экономически целесообразной.

Заметное ускорение морального износа жилья в XXI в. требует изменения устоявшихся взглядов на выбор условий, времени и вида ремонта, что повлечет за собой корректировку экономической оценки таких ремонтов. Последнее также может повлиять на выбор планировки жилых помещений, элементов строительных устройств и инженерных систем. Возможно, распространение вероятностного подхода к оценке морального износа, аналогичного [12, 13], позволит разработать новую методику выбора эле-

ментов строительных устройств и инженерных сооружений.

Особую проблему составляет оценка надежности определения морального износа жилых зданий и помещений при рыночном хозяйствовании, решение которой может находиться в направлении синтеза надежности и экономичности, прекрасно описанного в монографии Н. Б. Карницкого [14, с. 36–70]. При этом уровни надежности оценки морального износа жилых зданий и помещений могут быть существенно ниже по сравнению с нормируемой вероятностью бездефективной работы или расчетной надежности энергосистемы в СНГ в размере 0,996 [14, с. 38].

В связи с дальнейшим развитием рыночных отношений учет морального (качественного) уровня и износа при выборе вариантов строительства, ремонта и реконструкции зданий приобретает все большее значение и требует серьезного научного исследования.

## ВЫВОДЫ

1. Предложена классификация ремонтпригодности основных элементов здания с учетом технологичности их ремонта и технического обслуживания, а также контролируемости, доступности, легкосъемности, заменяемости и взаимозаменяемости.

2. Использование вероятностного подхода к оценке морального износа элементов строительных устройств и инженерных сооружений, аналогичных оценке физического износа, может внести в определение величины морального износа не только субъективное мнение экспертов, но и какие-то количественные оценки.

3. Учитывая повышение удельного веса и скорости роста величины морального износа по сравнению с физическим, особенно для жилых зданий, эта проблема нуждается в более широком и глубоком исследовании.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пилипенко, В. М. Комплексная реконструкция индустриальной жилой застройки / В. М. Пилипенко. Минск: Адукацыя і выхаванне, 2007. 280 с.
2. Большой строительный терминологический словарь-справочник. Минск: Минсктиппроект, 2008. 812 с.

3. Методика определения физического износа гражданских зданий. М.: Мин-во коммунального хоз-ва РСФСР, 1970. 39 с.
4. Дома жилые многоквартирные и блокированные: ТКП 45-3.02-230-2010. Минск: Стройтехнорм, 2011. 30 с.
5. Мартынов, Г. К. Стандартизация терминов теории надежности / Г. К. Мартынов, О. Ф. Поплавский. М.: Знание, 1983. С. 49–93.
6. Правила оценки физического износа жилых зданий: ВСН 53–86 (р). М.: Госгражданстрой. Госкомитет по гражд. стр-ву и архит. при Госстрое СССР, 1988. 72 с.
7. Здания и сооружения. Оценка степени физического износа: ТКП 45-1.04-119-2008 (02250). Минск: Минстройархитектуры, 2009. 44 с.
8. Колотилкин, Б. М. Надежность функционирования жилых зданий / Б. М. Колотилкин. М.: Стройиздат, 1989. 370 с.
9. Здания и встроенное недвижимое имущество. Планирование долговечности. Минск: Стройтехнорм, 2011. Ч. 1: Общие принципы и структуры: ISO 15686. 21 с.
10. Здания и встроенное недвижимое имущество. Планирование долговечности. Минск: Стройтехнорм, 2011. Ч. 2: Методы прогнозирования долговечности: ISO 15686. 30 с.
11. Здания и встроенное недвижимое имущество. Планирование долговечности. Минск: Стройтехнорм, 2012. Ч. 3: Контроль и наблюдения: ISO 15686. 62 с.
12. Осипов, С. Н. Об оценке физического износа элементов технических устройств / С. Н. Осипов, Д. А. Поздняков // Наука и техника. 2015. № 2. С. 23–30.
13. Осипов, С. Н. Об оценке физического износа упругопластических элементов зданий / С. Н. Осипов, Д. А. Поздняков // Наука и техника. 2015. № 6. С. 30–36.
14. Карницкий, Н. Б. Синтез надежности и экономичности теплоэнергетического оборудования ТЭС / Н. Б. Карницкий. Минск: ВУЗ-ЮНИТИ, 1999. 224 с.

Поступила 20.01.2016

Подписана в печать 25.03.2016

Опубликована онлайн 29.11.2016

## REFERENCES

1. Pilipenko V. M. (2007) *Complex Reconstruction of Industrial and Residential Housing Development*. Minsk, Adukatsiya i Vykhave. 280 (in Russian).
2. *Big Construction Terminological Reference-Dictionary*. Minsk, Publishing House "Minsktiprojekt", 2008. 812 (in Russian).
3. *Methodology for Determination of Physical Wear of Civic Buildings*. Moscow, RSFSR [Russian Soviet Federated Socialist Republic] Ministry of Communal Services, 1970. 39 (in Russian).
4. ТКП 45-3.02-230-2010. Residential Houses for Single Family and as Row House Buildings. Minsk, Publishing House "Stroytekhnorm", 2011. 30 (in Russian).
5. Martynov G. K., Poplavsky O. F. (1983) *Standardization in Terminology of Reliability Theory*. Moscow, Znanie, 49–93 (in Russian).
6. VSN 53–86 (p) [Departmental Building Standards]. Rules on Evaluation of Physical Wear of Residential Buildings. Moscow, Gosgrazhdanstroy, 1988. 72 (in Russian).
7. ТКП 45-1.04-119-2008 (02250). Buildings and Structures. Assessment of Physical Wear Rate. Minsk, Minstroyarkhitektura, 2009. 44 (in Russian).
8. Kolotilkin B. M. (1989) *Reliability in Operation of Residential Buildings*. Moscow, Stroyizdat. 370 (in Russian).
9. *Buildings and Constructed Assets. Planning of Durability. Part 1. General Principles and Structures: ISO 15686*. Minsk, Stroytekhnorm, 2011. 21 (in Russian).
10. *Buildings and Constructed Assets. Planning of Durability. Part 2. Methods for Forecasting of Durability: ISO 15686*. Minsk, Stroytekhnorm, 2011. 30 (in Russian).
11. *Buildings and Constructed Assets. Planning of Durability. Part 3. Control and Observation: ISO 15686*. Minsk, Stroytekhnorm, 2012. 62 (in Russian).
12. Osipov S. N., Pozdniakov D. A. (2015) On Assessment of Physical Wear in Elements of Technical Devices. *Nauka i Tekhnika* [Science and Technique], (2), 23–30 (in Russian).
13. Osipov S. N., Pozdniakov D. A. (2015) On Assessment of Dilapidation in Elasto-Plastic Elements of Buildings. *Nauka i Tekhnika* [Science and Technique], (6), 30–36 (in Russian).
14. Karnitsky N. B. (1999) *Synthesis of Reliability and Economical Efficiency for Heat-Power Equipment of Thermal Power Station*. Minsk, Publishing House "VUZ-UNITI". 224 (in Russian).

Received: 20.01.2016

Accepted: 25.03.2016

Published online: 29.11.2016