

УДК 69.059.642

## ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПРИ СНОСЕ АВАРИЙНЫХ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

ДМИТРЕНКО И. С.<sup>1</sup>, к.т.н., доц.,  
МАРТЫШ А. А.<sup>2</sup>, к.т.н., доц.,  
ЦЕНАЦЕВИЧ Т. А.<sup>3\*</sup>,  
АЯТ Н. И.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [dmitrencko.igor2016@vandex.ru](mailto:dmitrencko.igor2016@vandex.ru), ORCID ID: 0000-0002-1357-2847

<sup>2</sup> Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-66, e-mail: [martvsh\\_oleksandr@mail.ru](mailto:martvsh_oleksandr@mail.ru), ORCID ID: 0000-0002-8864-2555

<sup>3\*</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [thenathevich@vandex.ru](mailto:thenathevich@vandex.ru), ORCID ID: 0000-0002-5773-7607

<sup>4</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [ayat\\_natali@hotmail.com](mailto:ayat_natali@hotmail.com), ORCID ID: 0000-0002-6625-6039

**Аннотация.** В статье исследуется возможный путь сокращения нагрузки на окружающую среду, получения социальных и экономических выгод при сносе ветхих зданий старой постройки, имеющих кирпичные стены. Исследован опыт выполнения этих работ по городу Днепропетровску, проанализированы недостатки используемых технологий. Предлагается разбирать кирпичную кладку с целью получения целого кирпича для вторичного использования. Процесс разборки кирпичных стен ветхих зданий разбивался на технологические процессы – сортировки фрагментов каменной кладки с отбором органических включений и получения небитого кирпича. Каждый из технологических процессов разбивался на технологические операции. Продолжительность их выполнения определялась хронометрированием. На основе статистических наблюдений процесса и соответствующей математической обработки данных обоснованы затраты труда на получение, а также стоимость 1000 штук кирпича. Стоимость полученного кирпича определялась согласно существующему уровню заработной платы и стоимости эксплуатации механизированного инструмента.

**Ключевые слова:** снос зданий; статистический анализ; кирпич; трудоемкость; стоимость

## ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВТОРИННОГО ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ ПРИ ЗНЕСЕННІ АВАРІЙНИХ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ

ДМИТРЕНКО І. С.<sup>1</sup>, к.т.н., доц.,  
МАРТИШ О. О.<sup>2</sup>, к.т.н., доц.,  
ЦЕНАЦЕВИЧ Т. О.<sup>3\*</sup>,  
АЯТ Н. І.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [dmitrencko.igor2016@vandex.ru](mailto:dmitrencko.igor2016@vandex.ru), ORCID ID: 0000-0002-1357-2847

<sup>2</sup> Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-66, e-mail: [martvsh\\_oleksandr@mail.ru](mailto:martvsh_oleksandr@mail.ru), ORCID ID: 0000-0002-8864-2555

<sup>3\*</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [thenathevich@vandex.ru](mailto:thenathevich@vandex.ru), ORCID ID: 0000-0002-5773-7607

<sup>4</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [ayat\\_natali@hotmail.com](mailto:ayat_natali@hotmail.com), ORCID ID: 0000-0002-6625-6039

**Анотація.** У статті досліджено можливий шлях скорочення навантаження на навколишнє середовище, отримання соціальних та економічних вигод при знесенні старих будівель старої забудови, що мають цегляні стіни. Дослідження

досвід виконання цих робіт по місту Дніпропетровську, проаналізовано недоліки використовуваних технологій. Пропонується розбирати цегляну кладку з метою отримання цілої цегли для вторинного використання. Процес розбирання цегляних стін старих будівель розбивався на технологічні процеси - сортування фрагментів кам'яної кладки з відбором органічних включень і отримання небитої цегли. Кожен з технологічних процесів розбивався на технологічні операції. Тривалість їх виконання визначалася хронометражем. На основі статистичних спостережень процесу та відповідної математичної обробки даних обґрунтовані витрати праці на отримання, а також вартість 1000 штук цегли. Вартість отриманої цегли визначалася згідно з існуючим рівнем заробітної плати та вартості експлуатації механізованого інструменту.

**Ключові слова:** знесення будівель; статистичний аналіз; цегла; трудомісткість; вартість

## FOUNDATION OF THE EXPEDIENCY FOR THE SECONDARY USE OF RESOURCES DURING THE DEMOLITION OF EMERGENCY CIVIL BUILDINGS

DMITRENKO I. S. <sup>1</sup>, *Cand.Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,  
MARTYSH A. A. <sup>2</sup>, *Cand.Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,  
TSENATSEVISH T. O. <sup>3\*</sup>,  
AYAT N. I. <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Construction technology, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [dmitrenko.igor2016@yandex.ru](mailto:dmitrenko.igor2016@yandex.ru), ORCID ID: 0000-0002-1357-2847

<sup>2</sup> Department of Planning and Organization of Production, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-93-66, e-mail: [martvsh\\_oleksandr@mail.ru](mailto:martvsh_oleksandr@mail.ru), ORCID ID: 0000-0002-8864-2555

<sup>3\*</sup> Department of Construction technology, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [thenathevich@yandex.ru](mailto:thenathevich@yandex.ru), ORCID ID: 0000-0002-5773-7607

<sup>4</sup> Department of Construction technology, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-98-76, e-mail: [ayat\\_natali@hotmail.com](mailto:ayat_natali@hotmail.com), ORCID ID: 0000-0002-6625-6039

The article explores a possible way to reduce the burden on the environment, access to social and economic benefits during the demolition of dilapidated old buildings which have brick walls. The experience of making these works for the city of Dnepropetrovsk has been researched, the shortcomings of the technology used have been analyzed. It is proposed to dismantle the brickwork in order to obtain a whole brick for the secondary use. The process of disassembling brick walls of dilapidated buildings was divided into technological processes - sorting fragments of masonry with the selection of organic inclusions and obtaining of unbeaten brick. Each of the technological processes was divided into manufacturing operations. The duration of their performance was determined by timing. Based on statistical observations of the processes and the proper mathematical calculation of the data the substantiated labor expenses and costs for production as well as 1000 bricks have been found. The cost of the obtained brick was determined according to the existing level of wages and the cost of operating hand electrical tools.

**Keywords:** demolition of buildings; statistical analysis; brick; the labor expenses; cost

### Введение

Современное архитектурное состояние большинства городов Украины характеризуется наличием так называемой старинной части города, построенной до применения железобетонных конструкций, большого количества кирпичных, блочных и панельных зданий, построенных в 50...60-е годы прошлого столетия, и современные с монолитным каркасом, построенные за последние 20 лет [4, 7, 9]. Старинная часть города, имеющая значительную архитектурную ценность, представлена в основном 2...4-х этажными зданиями с кирпичными стенами и деревянными перекрытиями. Эти здания были построены сто и более лет назад и, в настоящий момент, они либо в аварийном состоянии, либо нуждаются в

капитальном ремонте или реконструкции [8, 11, 13]. Безусловно, самый простой и дешевый способ решения проблемы это снос зданий и строительство на этом месте новых. Однако этот путь не всегда приемлем, учитывая архитектурный аспект проблемы. Капитальный ремонт таких зданий в принципе возможен, но он очень дорог (в пересчете на 1м<sup>2</sup> полученной площади) и не решает проблему улучшения эксплуатационных характеристик здания. Это объясняется тем, что подобные здания строились по другим архитектурным нормам, которые не предусматривали наличие современных коммуникаций, соответствия современным санитарным нормам, то есть попросту устарели. Использовать старинные здания как жилые или офисные не очень удобно, даже после капитального

ремонта. Поэтому капитальный ремонт в этом случае выполняется только если здание представляет не только архитектурно- историческую, но и культурную ценность, и используется как музей. В большинстве остальных случаев выполняется реконструкция этих зданий с полной перепланировкой, с использованием современных строительных материалов и с сохранением старинного фасада здания. Существуют технологии восстановления фасадных кирпичных стен, которые сами по себе очень дороги и требуют ремонта и усиления фундаментов. Более простой путь это полная разборка аварийных зданий с последующим восстановлением исторического фасада при строительстве на этом месте нового здания. Кирпич для кладки наружной версты фасада реконструируемого здания предполагается использовать старинный, полученный после разборки стен старого здания. Такой метод реконструкции позволяет сохранить старинный архитектурный стиль для, по-сути, современных зданий. Естественно, для получения старинного кирпича для облицовки фасада, необходимо предусмотреть технологию разборки здания с сохранением по возможности кирпича стен.

Существует еще достаточное количество 3...5-ти этажных кирпичных зданий, построенных 30...60 лет назад, которые, однако, находятся в аварийном состоянии и требуют сноса или разборки. Основная причина этого заключается в том, что здания, имеющие ленточные фундаменты, построены на просадочных суглинках. При неравномерном замачивании фундаментов, вызванном утечками воды при авариях водопроводных и тепловых сетей, происходит неравномерная осадка зданий с развитием трещин по стенам. Это приводит к прекращению эксплуатации зданий [1, 2]. Подобного рода объектов по городу Днепропетровску насчитывается, по данным авторов, 83. Это те объекты, где уже отселены жильцы. Если сюда добавить еще эксплуатируемые аварийные жилые здания, то эта цифра по крайней мере удвоится. Похожая ситуация характерна и для других крупных городов Украины.

Был выполнен анализ реконструкции ветхих зданий в городе Днепропетровске, который показал, что около 90% зданий либо полностью сносятся, либо сохраняется только фасад, выходящий на «красную линию». Технология работ по сносу указанного типа зданий по имеющимся данным была однотипна. Сначала обрушивали здание с помощью крана и клин-бабы, а затем убирали полученные фрагменты здания мощными экскаваторами и вывозили их на свалку [5, 6]. Это самый простой и, соответственно, дешевый на сегодняшний день способ сноса зданий. Конечно, старинный, особенно «екатерининский» кирпич, достаточно широко используется для архитектурной выразительности новой индивидуальной застройки, но в целом ситуация по вторичному использованию кирпича и

утилизации строительного мусора требует неотложного решения. Как вариант можно использовать битый кирпич в качестве щебня для низкомарочных бетонов, использующихся как подготовка под полы.

Несмотря на то, что все технические вопросы по использованию щебня из битого кирпича для приготовления бетонов решены и описаны в соответствующей литературе, в повседневную практику строительства этот метод не вошел. Так, по данным наблюдений авторами при сносе 21 гражданских зданий, как старинных так и относительно новых в городе Днепропетровске, нигде не применялось повторное использование кирпича. Причин этого несколько.

1. Несовершенство законодательства, где не предусмотрены жесткие санкции на захоронение строительного мусора.

2. Особенности экономики, когда порой заказчик и подрядчик не заинтересованы в снижении сметной стоимости строительства.

3. Отсутствие нормативной базы технологических процессов сортировки строительного мусора, дробления и переборки фрагментов каменной кладки, вторичного использования кирпича.

### Цель

В данной статье сделана попытка оценить трудоемкость сортировки фрагментов разрушенных зданий, имеющих деревянные перекрытия, с удалением органических включений (доски, рубероид, бумага и пр.) и трудоемкость дробления фрагментов каменной кладки с использованием ручного инструмента с целью извлечения, очистки и складирования кирпича из фрагментов стен для повторного использования. По известной трудоемкости можно рассчитать соответствующие затраты на заработную плату и издержки по организации рабочих мест, оценить возможную прибыль.

Эти затраты можно рассчитать, пользуясь существующей нормативной базой. Проблема возникает при определении параметров технологических процессов, связанных с сортировкой строительного мусора, удаления органических остатков, дробление фрагментов разрушенных стен до необходимых фракций средствами малой механизации или ручными инструментами, извлечение, очистка, складирование целого кирпича, уборка накапливающегося строительного мусора в зоне работ. Следует заметить, что для 2...3-х этажных зданий старинной постройки разбирать кладку стен можно с лесов, установленных с наружи здания, что очевидно позволит увеличить выход целого кирпича. Однако, увеличение затрат, связанных с установкой лесов, организацией рабочей зоны и использование средств механизации для снятия накопленных поддонов с кирпичем с лесов, существенно снижает

эффективность метода и, как указывалось ранее, в широкой практике разборка кирпичных стен с лесов не используется.

### Методика

При разработке методики оценки технологических параметров приведенных выше процессов использовался метод анкетного опроса квалифицированных специалистов, знакомых с проблемами сноса кирпичных стен. Всего было опрошено 28 человек. Из них 18 человек занимали должность прораба или начальника участка, 4 человека – научные работники, 6 человек – высококвалифицированные рабочие. В задании предлагалось выявить и проранжировать по степени важности факторы, которые влияют на технологические параметры процессов сортировки и удаления органических остатков, дробление фрагментов каменной кладки ручным и механизированным инструментом с извлечением, очисткой и складированием целого кирпича. После обсуждения и уточнения формулировок, отбраковки случайных или заведомо малозначимых факторов, а также выявления взаимозависимых факторов были установлены наиболее значимые. Для процесса сортировки фрагментов разрушенных стен и удаления органических остатков в дальнейшем анализировались следующие факторы:  $X1$  – прочность кирпича;  $X2$  – прочность раствора кладки;  $X3$  – средний размер кусков фрагментов разрушенных стен;  $X4$  – удельный вес органических включений;  $X5$  – объём фрагментов стен, заскладированных на  $1 \text{ м}^2$  площадки хранения и переработки снесенного здания;  $X6$  – размер свободной площадки для сортировки и дробления фрагментов кирпичных стен;  $X7$  – опыт сортировки у рабочих, занятых на процессах сортировки фрагментов кирпичных стен;  $X8$  – погода во время производства работ. Аналогичные исследования, проведенные для процесса дробления фрагментов каменной кладки ручным и механизированным инструментом с извлечением, очисткой и складированием на поддоны целого кирпича, позволили выявить и проанализировать следующие факторы:  $Y1$  – прочность кирпича;  $Y2$  – прочность раствора;  $Y3$  – средний размер кусков фрагментов разрушенных стен;  $Y4$  – использование механизированного инструмента;  $Y5$  – погода во время производства работ;  $Y6$  – размеры свободной площадки для производства работ;  $Y7$  – опыт рабочих, занятых на процессе дробления;  $Y8$  – уборка из рабочей зоны строительного мусора, накапливающегося при извлечении и очистке кирпича.

Отобранные факторы ранжировались по степени значимости влияния на трудоемкость соответствующего процесса. Для выявленных факторов каждый эксперт, из числа опрошенных, присваивал наиболее значимому фактору ранг 1, наиболее значимому из числа оставшихся – ранг 2, и

так далее для каждого из анализируемых процессов. Согласованность мнений экспертов оценивалась методами ранговой корреляции. Для этого рассчитывался коэффициент конкордации  $W$ , который при высокой степени согласования мнений экспертов должен быть больше 0,7. Критерий  $\chi^2$  оценивал вероятность случайного совпадения согласованности мнений экспертов. Значения  $\chi^2$  рассчитывалось по соответствующим формулам для групп факторов каждого исследуемого процесса. Эти значения должны быть выше, чем граничные точки распределения  $\chi^2$  при уровне значимости 0,05 и числе степеней свободы  $k = n - 1$ , где  $n$  – число экспертов. На этапе оценки значимости факторов участвовал 21 эксперт. Для определения удельного веса и значимости каждого фактора, полученные каждым экспертом, оценочные матрицы преобразовывались. В матрице преобразованных рангов наиболее значимому фактору, который имел ранг 1, присваивался ранг  $m - 1$ , следующему по значимости – ранг  $m - 2$  и так далее, где  $m$  – количество факторов, оцениваемых экспертами по соответствующему процессу. Наименее значимый фактор в этой матрице принимал значение 0. После этого для каждого фактора рассчитывалась общая сумма рангов, присвоенная всеми экспертами этому фактору –  $R_i$  и весомость этого фактора  $W_i$  по отношению к общей сумме весомостей по всем факторам –  $\sum R_i$ , где  $i$  – оцениваемый фактор. Показатель весомости указывает на важность влияния фактора на исследуемый параметр согласно коллективному мнению экспертов. Чем выше удельный вес фактора, тем, соответственно, существеннее его влияние. По результатам обработки мнений экспертов факторы, влияющие на трудоемкость процесса сортировки фрагментов разрушенных стен, по степени значимости расположились в следующем порядке:  $X4, X3, X2, X1, X8, X7, X5, X6$ . Для процесса дробления каменной кладки и извлечения целого кирпича факторы расположились следующим образом:  $Y1, Y2, Y4, Y3, Y8, Y7, Y5, Y6$ . Используя удельную весомость каждого фактора  $W_i$  можно составить многокритериальную модель исследуемых процессов. Однако эта модель может только качественно оценить организационно-технологические параметры процесса при различных комбинациях проявления факторов, а необходимо найти количественную взаимосвязь между степенью проявления факторов и трудоемкостью в случае, если количественное проявление фактора существенно влияет на организационно-технологические параметры строительного процесса. Стоимость работ при известной трудоемкости можно рассчитать [3, 12].

Для процесса сортировки фрагментов стен факторы  $X1$  – прочность кирпича и  $X2$  – прочность раствора кладки опосредственно влияют на фактор  $X3$  – средний размер фрагментов разрушенных стен, а на процесс сортировки практически не влияют.

Фактор  $X_5$  – объем фрагментов стен, заскладированных на  $1 \text{ м}^2$  площадки хранения, то есть высота штабеля практически не изменяется, если фрагменты привозятся на площадку складирования автосамосвалами. Фактор  $X_6$  – размер свободной площадки, существенно повысит трудоемкость работ при стесненной рабочей зоне. Но по наблюдаемым авторами объектам разрушения стен зданий практически везде можно было организовать площадку для сортировки необходимых размеров. Фактор  $X_7$  – опыт сортировки у рабочих, в принципе, важен, но поскольку этот процесс не получил широкого распространения, то, соответственно, и нет опытных рабочих, а фактор можно считать неизменяемым. Фактор  $X_8$  – погода во время производства, решили отбросить как малозначимый. Таким образом в расчетную модель трудоемкости сортировки фрагментов разрушенных стен были включены факторы  $X_3$  – средний размер кусков фрагментов разрушенных стен и  $X_4$  – удельный вес органических включений. Как будет сказано далее,  $X_3$  – средний размер кусков существенно влиял бы на трудоемкость работ, если бы не было возможности раздробить куски на более мелкие фрагменты механизированным инструментом, поэтому он признан малозначимым. Фактор удельного веса органических включений среди фрагментов стен  $X_4$  может иметь существенное влияние, если сохранены на разной стадии разрушения деревянные перекрытия. Однако среди 21 рассмотренных авторами случаев сноса зданий 19 объектов были здания с деревянными перекрытиями, которые на момент производства работ отсутствовали. Причинами были или нелегальная разборка или пожар. Для таких зданий фактор  $X_4$  можно считать фиксированным и при оценке процесса сортировки фрагментов стен не учитывать. Соответственно найденные организационно-технологические параметры процесса будут справедливы только для указанного типа зданий.

Для процесса дробления фрагментов каменной кладки с извлечением, очисткой и складированием кирпича фактор  $Y_3$  – средний размер кусков фрагментов разрушенных стен, был признан малозначимым, поскольку фрагменты кладки можно легко дробить прямо в штабеле до относительно небольших кусков. Фактор  $Y_4$  – использование механизированного инструмента, существенно влияет на трудоемкость процесса дробления. Однако в процессе исследования не выявлены объекты, на которых бы не применялся механизированный инструмент (компрессор с пневмомолотками, электрические ручные инструменты) при выполнении данного процесса. В противном случае – использование средств малой механизации, ручных инструментов – следует провести дополнительные исследования по влиянию этого фактора. Поэтому в предлагаемой ниже модели расчета трудоемкости фактор  $Y_4$  не включен. Эта модель разработана только для случая дробления фрагментов кирпичных

стен механизированным инструментом. Факторы  $Y_5$  – погода во время производства работ;  $Y_6$  – размеры свободной площадки для производства работ;  $Y_7$  – опыт рабочих, занятых на дроблении было решено отбросить по соображениям, изложенным при анализе факторов  $X_6$ ,  $X_7$ ,  $X_8$ . Фактор  $Y_8$  – уборка из рабочей зоны строительного мусора, накапливающегося при извлечении и очистке кирпича. Во всех наблюдаемых случаях мусор отбрасывался в сторону лопатами, а затем, при окончательной уборке площадки загружался погрузчиками в автосамосвалы. Поскольку использовалась только одна технология, то степень проявления фактора  $Y_8$  не изменяется, и поэтому этот фактор не включается в интегральную модель. В итоге, в расчетную модель трудоемкости дробления фрагментов каменной кладки извлечением, очисткой и складированием целого кирпича были включены факторы  $Y_1$  – прочность кирпича;  $Y_2$  – прочность раствора. Для исследованных зданий старинной и более современной постройки прочность кирпича была практически одинакова, а прочность раствора существенно различалась. Однако в пределах одной группы старинных зданий она была практически постоянной – М20 – М40. Поэтому факторы  $Y_1$  и  $Y_2$  можно считать постоянными.

Таким образом, трудоемкость указанных выше процессов исследовалась только для 2...3-х этажных зданий старинной постройки с кирпичными стенами и убранными деревянными перекрытиями. Применять полученные характеристики для других типов зданий будет некорректно.

Для расчета трудоемкости извлечения целого кирпича с указанными сопутствующими работами применялся метод наблюдений с фиксацией продолжительности выполнения отдельных технологических операций, входящих в рассматриваемые процессы, и дальнейшей обработки накопленной статистики. Каждая операция рассматривалась как непрерывная случайная величина. Для нее определялись математическое ожидание и дисперсия с использованием стандартного пакета программ *Excel*. Соответствующие статистические параметры для всего процесса рассматривались как сумма соответствующих параметров суммы входящих величин – трудоемкостей операций. Результаты представлены в таблице 1, где указаны трудоемкости сортировки, извлечения, очистки и складирования 100 штук кирпичей.

Расчетная трудоемкость по каждому процессу определялась как сумма математического ожидания и среднеквадратического отклонения. Соответственно,  $T_p(X)=0,380$  чел.-час на 100 штук кирпича,  $T_p(Y)=1,16$  чел.-час на 100 штук кирпича. Вероятность превышения трудоемкости, как случайной величины, от найденных значений проверялась по формуле:  $P(|A - M| < \delta) = 2\Phi(\delta / \sigma)$ , где  $A$  – возможное проявление случайной величины;  $M$  – математическое ожидание;  $\delta$  – отклонение случайной

Таблица 1

**Трудоемкости сортировки, извлечения, очистки и складирования 100 штук кирпичей / The labour expenses of sorting, extracting, processing, and storage of 100 pieces of bricks**

№	Наименование операций, факторов	Обозначение	Математическое ожидание, $M(x)$ , (чел. – час)	Дисперсия, $D(x)$	Среднеквадратическое отклонение, $\sigma(x)$ , (чел. – час)
1	Удаление органических остатков	$X$	0,346	0,0011638	0,0341
2	Дробление фрагментов кладки.		0,118	0,0001144	0,0107
3	Извлечение органических остатков		0,125	0,0004972	0,0223
4	Отброс накапливаемого мусора		0,103	0,0005522	0,0235
5	Отбор использованного кирпича	$Y$	1,127	0,0011423	0,0338
6	Отделение от массива кладки		0,392	0,0005808	0,0241
7	Очистка от старого раствора		0,516	0,0002656	0,0163
8	Складирование кирпича на поддоны		0,219	0,0002958	0,0172

величины от ее математического ожидания, принято  $\delta=0,05$  чел.-час при наборе статистики по процессам;  $\Phi$  – табулированная функция Лапласа;  $\sigma$  –

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Дьяков И. М. Виды и причины локального разрушения гравитационных подпорных стен в сложных инженерно-геологических условиях Крыма / И. М. Дьяков, Д. А. Мравец // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. трудов. — Симферополь : НАПКС, 2011. Вып. 37. — С. 80—88. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.napks.ru/library/compilations\\_vak/sitb/2011/37/p\\_80\\_88.pdf](http://www.napks.ru/library/compilations_vak/sitb/2011/37/p_80_88.pdf).
2. Дьяков И. М. Види і причини локального руйнування гравітаційних підпорних стін в складних інженерно-геологічних умовах Криму [Dyakov I. M. Types and causes of local destruction of gravity retaining walls in complex engineering-geological conditions of the Crimea] / I. M. Dyakov, D. A. Mravec // Construction and industrial safety. Sat. nauch. labors. - Simferopol : NAPCS, 2011. Vol. 37. P. 80-88.
3. Дьяков И. М. Некоторые аспекты оценки живучести удерживающих конструкций и подпорных стен / И. М. Дьяков // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. трудов. — Симферополь : НАПКС, 2013. — Вып. 45. — С. 24—28. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.napks.ru/library/compilations\\_vak/sitb/2013/45/p\\_24\\_28.pdf](http://www.napks.ru/library/compilations_vak/sitb/2013/45/p_24_28.pdf).

среднеквадратическое отклонение. Для процесса  $X$  значение  $\Phi(0,05/0,0341)=0,4292$ , а для процесса  $Y$  значение  $\Phi(0,05/0,0338)=0,4306$ . Очевидно, что в обоих случаях вероятность превышения расчетных значений трудоемкостей на величину 0,05 чел.-час будет меньше 85%, то есть  $P<0,85$ . Такая организационно-технологическая надежность достаточна для технологических процессов.

Полная трудоемкость получения целого кирпича при сносе ветхих зданий старинной постройки составит на 100 штук  $T = Tr(X) + Tr(Y) = 1,54$  чел.-час. На 1000 штук кирпича  $T = 15,4$  чел.-часов.

### Практическая значимость

Обоснованные нормы трудоёмкости процесса получения кирпича при разборке кирпичных стен старинных зданий позволяют разрабатывать проект производства работ на этот процесс.

### Выводы

При заработной плате порядка 30 гривен в час с учетом накладных расходов в 50% расходы на зарплату по получению 1000 штук кирпича составят 693 гривен. Примем расходы на эксплуатацию электроинструмента 100 гривен на 1000 штук [10]. Таким образом, себестоимость получения 1000 штук кирпича при разборке кирпичных стен сносимых ветхих зданий составит порядка 800 гривен.

При отпускной цене 1000 штук кирпича в 3500 – 6000 гривен экономическая целесообразность применения описанных технологий очевидна. Дополнительными выгодами являются сокращение количества отходов, подлежащих захоронению, и социальный эффект по созданию рабочих мест.

Dyakov I. M. Nekotorye aspekty ocenki zhivuchesti uderzhivajushih konstrukcij i podpornyh sten [Dyakov I. M. Some aspects of the evaluation of the survivability of restraining structures and retaining walls] / I. M. Dyakov // Construction and industrial safety. Sat. nauch. labors. - Simferopol : NAPCS, 2013. - Vol. 45. Pp. 24-28.

3. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е1. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.mmt.ru/docs/cat\\_enir/25576.htm](http://www.mmt.ru/docs/cat_enir/25576.htm).

Edinye normy i rascenki na stroitel'nye, montazhnye i remontno stroitel'nye raboty. Sbornik E1 [Uniform standards and fees for building and construction and repair construction work. A Collection Of E1].

4. Житловий фонд України. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

Zhitlovij fond Ukraini [The housing Fund of Ukraine].

5. Ливинский А. М., Васильковский А. А., Назаренко И. И., Сердюк В. И. и др. Теоретические основы использования средств механизации в строительстве. - К.: "МП Леся". – 2001. – 221с. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.br.com.ua/referats/dysertacii\\_ta\\_autoreferaty/130278-8.html](http://www.br.com.ua/referats/dysertacii_ta_autoreferaty/130278-8.html).

Livinskij A. M., Vasil'kovskij A. A., Nazarenko I. I., Serdjuk V. I. i dr. Teoreticheskie osnovy ispol'zovanija sredstv mehanizacii v stroitel'stve [Livinsky A. M., A. Vasilkov, A.,

Nazarenko, I. I., V. I. Serdyuk, etc. Theoretical basis for the use of mechanization in construction] / К.: "MP Lesya". – 2001. – 221р.

6. Назаренко И. И., Пенчук В. А., Сердюк В. И., Хмара Л. А. Основы модернизации строительных машин. - К.: "МП Леся". – 2003. – 164с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/07/200213.pdf>.

Nazarenko I. I., Penchuk V. A., Serdjuk V. I., Hmara L. A. Osnovy modernizacii stroitel'nyh mashin [Nazarenko, I. I., Penchuk V. A., V. I. Serdyuk, Khmara L. A. Fundamentals of modernization of construction machinery.] / К.: "MP Lesya". - 2003. – 164р.

7. Нерухомість. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.asnu.net>.

Neruhomist [The real estate].

8. Овсянников С. Н. Теплозащитные характеристики наружных стеновых конструкций с теплопроводными включениями / С. Н. Овсянников, Т. О. Вязова // Строительные материалы. – 2013. – С. 24 –27. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://engstroy.spb.ru/index\\_2013\\_08/08.pdf](http://engstroy.spb.ru/index_2013_08/08.pdf).

Ovsyannikov S. N. Teplozaschitnyie harakteristiki naruzhnyih stenovyih konstruksiy s teploprovodnyimi vklyuchenyami [Heat-shielding characteristics of exterior wall constructions with heat-conducting inclusions] / S. N. Ovsyannikov, T. O. Vyazova // Stroitelnye materialy. – 2013. – PP. 24 –27.

9. Про житловий фонд соціального призначення. Закон України від 12.01.2006р. №333-IV. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uazakon.com/document/fpart29/idx29936.htm>.

Pro zhitloviy fond social'nogo pryznachemja. Zakon Ukraїni vid 12.01.2006r [About the new building Fund for social use.] / The law of Ukraine from 12.01.2006 R. No. 333-IV.

10. Сердюк В. И. Розробка методів розрахунку вартості послуг по оренді засобів механізації // Техніка будівництва, КНУБА. – 2002. – №12. – С. 85-89. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.disslib.org/efektyvni-metody-orhanizatsiyi-vykorystannja-zasobiv-mekhanizatsiyi-v-budivnytstvi.html>.

Serdjuk V. I. Rozrobka metodiv rozrahunku vartosti poslug po orendi zasobiv mehanizacii [Serdyuk, V. I. Development of methods for calculating of the cost of rental services of mechanization] / construction Technique, knuca. - 2002. - No. 12. P. 85-89.

11. Теплопроводні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 1. Загальні методи : ДСТУ ISO 10211-1:2005. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 35 с.

Teploprovodni vklyuchennya v budivelnih konstruksiyah. Obchislennya teplovogo potoku ta poverhnevoyi temperaturi. Chastina 1. Zagalni metodi : DSTU ISO 10211-1:2005. – К: Derzhspozhivstandart Ukraini 2008. – 35 р. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bonton.com.ua/articles/proektirovanie-teplovoi-zashiti-zdaniy.pdf>.

12. Технологическая карта 7395 ТК. Технологическая карта на разборку кирпичных стен и перегородок. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-20/61.htm>.

Tehnologicheskaja karta 7395 TK. Tehnologicheskaja karta na razborku kirpichnyh sten i peregorodok [Technological standards 7395 TC. Technological foundation for demolition of brick walls and partitions].

13. Centre scientifique et technique du bâtiment // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.cstb.fr>.

*Статья рекомендована к публикации д-ром. техн. наук, проф. Белоконь А. И. (Украина); д-ром. техн. наук, проф. Трифоновым И. В. (Украина)*

Поступила в редколлегию 21.01.2015

Принята к печати 24.03.2015