

УДК 693.0

DOI: 10.15393/j2.art.2017.3841

*Статья*

## **Технико-экономическое сравнение технологий возведения конструкций стен социальных объектов для условий Республики Карелия**

**Александр А. Кузьменков<sup>1,\*</sup>, Светлана А. Титова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Петрозаводский государственный университет, 185910, Россия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33; E-Mails: [kuzmenkov@petrsu.ru](mailto:kuzmenkov@petrsu.ru) (А. К.); [s-28@mail.ru](mailto:s-28@mail.ru) (С. Т.)

\* Автор, с которым следует вести переписку; E-Mail: [kuzmenkov@petrsu.ru](mailto:kuzmenkov@petrsu.ru) (А. К.)

*Получена: 16 июня 2017 / Принята: 30 августа 2017 / Опубликовано: 24 октября 2017*

---

**Аннотация:** В статье описываются результаты технико-экономического сравнения ограждающих конструкций стен объектов социального назначения и технологий их изготовления применительно к условиям Республики Карелия. Особое внимание уделяется конструкциям стен и технологиям их возведения с применением в качестве основного материала кирпича, блоков из лёгкого бетона и композитных материалов. В исследовании рассмотрены кирпичные стены, стены из газобетонных и арболитовых блоков с различными вариантами утепления и облицовки. В результате сравнения по техническим, технологическим и экономическим показателям выявлены наиболее эффективные варианты конструкции стен социальных объектов для северных условий Республики Карелия.

**Ключевые слова:** энергоэффективность и ресурсосбережение, ограждающие конструкции стен, технико-экономическое сравнение.

---

DOI: 10.15393/j2.art.2017.3841

*Article*

## **Technical and economic comparison of wall construction technologies of community facilities for Karelian conditions**

**Aleksandr A. Kuz'menkov**<sup>1,\*</sup>, **Svetlana A. Titova**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Petrozavodsk State University, 185910, Lenin av. 33, Petrozavodsk, Russia; E-Mails: kuzmenkov@petsu.ru (A. K.); s-28@mail.ru (S. T.)

\* Author to whom correspondence should be addressed; E-Mail: kuzmenkov@petsu.ru (A. K.)

*Received: 16 June 2017 / Accepted: 30 August 2017 / Published: 24 October 2017*

---

**Abstract:** The article describes the results of technical and economic comparison of enclosing structures of social facilities walls and technologies for their production in the conditions of the Republic of Karelia. Particular attention is paid to structures and technologies which use brick walls and blocks of lightweight concrete and composite materials as the main material. The study examined brick walls and walls from aerocrete and arbolitic blocks with various options for insulation and cladding. The most effective wall construction options for community facilities in the northern conditions of the Republic of Karelia have been identified as a result of technological and economic indicators comparison.

**Keywords:** energy saving and resource conservation, wall enclosure structures, engineering and economical comparison.

---

## 1. Введение

Строительство социальных объектов в современных условиях Российской Федерации является одним из наиболее важных направлений жилищно-гражданского строительства. В настоящее время в России остро стоит проблема дефицита детских дошкольных учреждений. Напряжённая ситуация складывается и в Республике Карелия и, в частности, в г. Петрозаводске. Объекты социального назначения отличает необходимость соответствия более серьёзным противопожарным и санитарно-гигиеническим требованиям. При выборе ограждающих и несущих конструкций стен, а также материалов для их изготовления особое внимание необходимо уделять теплозащите и огнезащите здания. Нормативные требования к тепловой защите ограждающих конструкций для детских учреждений несколько жёстче, чем для других типов зданий. Существует особый ряд требований к пожарной безопасности и экологическим параметрам как конструкционных, так и отделочных материалов, используемых для строительства детских социальных объектов. Технологии возведения стеновых конструкций, в свою очередь, должны обеспечивать применение наиболее рациональных методов строительства. Учитывая социальную направленность объектов, нельзя не обращать внимание и на экономические показатели строительства. Не возникает сомнений в том, что подбор оптимальных конструкций и технологий для строительства детских дошкольных образовательных учреждений является важной и актуальной задачей [1].

Настоящее исследование проводилось на примере здания детского образовательного учреждения в одном из новых жилых микрорайонов г. Петрозаводска с целью выявления оптимального варианта устройства несущей ограждающей конструкции стены по теплотехническим, экономическим и организационно-технологическим показателям. На современном строительном рынке представлено достаточно большое количество технологий возведения стен из кирпича и мелкоформатных блоков, соответствующих современным требованиям по тепловой защите зданий. Ориентируясь на исследование и сравнение различных вариантов стен [1, 2], были выбраны девять вариантов возведения стеновых конструкций. Конструкционный материал несущей части рассматриваемых стен представлен тремя вариантами:

- кладка из полнотелого кирпича марки М100 толщиной 250 мм на цементно-песчаном растворе для кирпичной кладки марки М50;
- кладка из газобетонных блоков AEROC classic марки D500 толщиной 375 мм на клею для газобетонных блоков AEROC;
- кладка из композитных щепоцементных (арболитовых) блоков марки М35 толщиной 400 мм на лёгком кладочном перлитовом растворе М50.

Для каждого из вариантов несущей части стеновой конструкции рассмотрены три варианта утепления и наружной отделки фасада:

- утеплением теплоизоляционными плитами из минеральной ваты «ROCKWOOL Венти БАТТС Д» и устройство навесного вентилируемого фасада с фасадными кассетами «PUZZLETON»;
- утепление заливным карбамидно-формальдегидным пенопластом (пеноизолом) и облицовка стен из лицевого керамического пустотелого одинарного кирпича КОРПу 1НФ по ГОСТ 530-2007 толщиной 120 мм;
- утепление теплоизоляционными плитами «ROCKWOOL ФАСАД БАТТС» и отделка фасада штукатуркой «ROCKdecor» по сетке толщиной 20 мм.

## 2. Материалы и методы

В качестве объекта исследования принято детское дошкольное учреждение, предполагаемое к размещению в микрорайоне «Древлянка-5» г. Петрозаводска. Участок строительства площадью 4550 м<sup>2</sup>, расположенный в центральной части проектируемого жилого комплекса «Скандинавия», выбран условно для привязки к климатическим условиям рассматриваемого района строительства. За объект-аналог взят проект детского сада на 130 мест, адаптированный к условиям г. Петрозаводска. Размеры здания в плане 49 × 25,5 м, число этажей и высота этажа приняты 2 м и 3,3 м соответственно. Несущий остов здания — бескаркасная конструктивная система, образованная продольными наружными и внутренними несущими стенами. Архитектурно-планировочные решения предполагают размещение необходимых помещений, состав и площади которых соответствуют нормам СанПиН 2.4.1.3049-13 Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций [3] и СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения [4]. Архитектурный облик фасадов представлен на рисунке 1.

Сравнение различных вариантов конструкций наружных стен производилось в результате оценки трёх групп показателей: технических, технологических и экономических. К группе технических показателей отнесены параметры тепловой защиты, несущая способность, масса 1 м<sup>2</sup> и толщина конструкции стены. К технологическим и экономическим показателям относятся параметры, полученные в результате расчёта технико-экономических показателей технологических карт и сметных расчётов. Для каждого рассматриваемого варианта стены была определена несущая способность и произведён теплотехнический расчёт, разработана технологическая карта на процесс возведения и рассчитана стоимость строительно-монтажных работ.

Расчёт несущей способности рассматриваемых конструкций учитывает требования СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции [5]. Теплотехнический расчёт выполнен в соответствии с СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий [6]. Согласно СП 131.13330.2012 Строительная климатология [7], для рассматриваемого климатического района приняты следующие условия:

- район строительства: Республика Карелия, г. Петрозаводск;

- относительная влажность воздуха:  $\varphi_{в} = 55 \%$ ;
- расчётная температура наружного воздуха:
  - максимальная —  $+34^{\circ}\text{C}$ ;
  - минимальная —  $-40^{\circ}\text{C}$ ;
  - наиболее холодных суток (обеспеченностью 0,92) —  $-33^{\circ}\text{C}$ ;
  - наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) —  $-28^{\circ}\text{C}$ ;
- расчётная температура внутри здания —  $+23^{\circ}\text{C}$ ;
- средняя температура наружного воздуха отопительного периода, принимаемая для периода со средней температурой наружного воздуха не более  $10^{\circ}\text{C}$ , —  $-2,2^{\circ}\text{C}$ ;
- продолжительность отопительного периода, принимаемая для периода со средней температурой наружного воздуха не более  $10^{\circ}\text{C}$ , — 256 суток.



**Рисунок 1.** Фасады в осях 6-1 и Д-А

На основании действующих теплотехнических норм определены следующие нормативные показатели: термическое сопротивление ограждающей конструкции  $R_{\text{рег}} = 3,658 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ; коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции  $\alpha_{\text{int}} = 8,7$ ; коэффициент теплоотдачи наружной конструкции для зимних условий  $\alpha_{\text{ext}} = 23$ .

Разработка технологических карт на процессы возведения стен выполнялась в соответствии с Методическими рекомендациями по разработке и оформлению технологической карты МДС 12-29.2006 и с использованием нормативных показателей трудоёмкости в соответствии с Едиными нормами и расценками на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы, техническими условиями и технологической документацией организаций-производителей строительных материалов и конструкций.

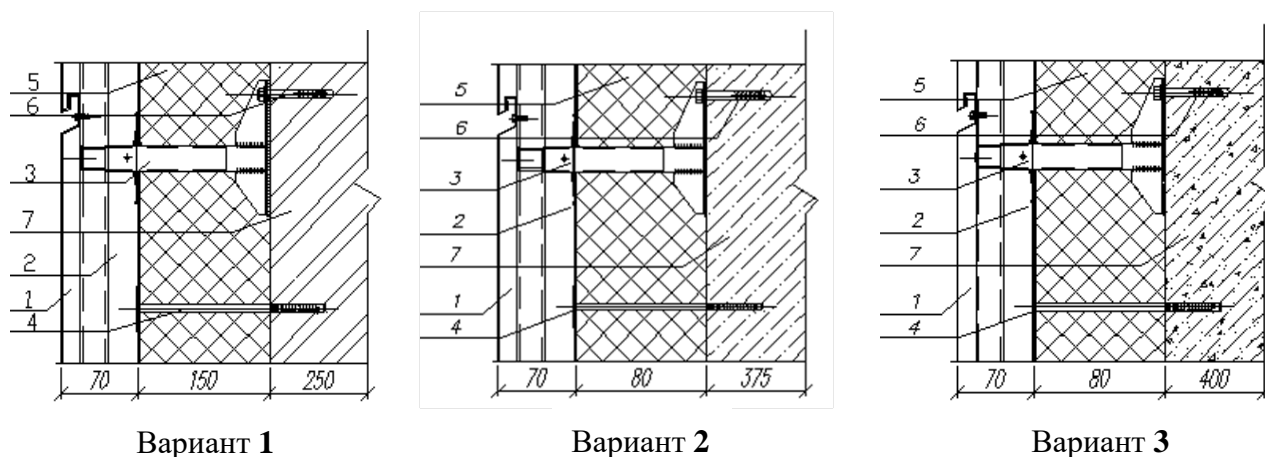
Расчёт стоимости строительно-монтажных работ по устройству исследуемых вариантов конструкций стен выполнен базисно-индексным методом в ценах второго квартала 2016 г. При расчёте сметной стоимости строительно-монтажных работ применяются базисные цены по территориальным сметным нормативам ТЕР-2001 (в ред. 2014 г.), пересчёт в текущие цены выполняется в соответствии с распоряжением № 16 от 31 марта 2016 г. Министерства строительства, жилищно-коммунального хозяйства и энергетики «Расчётные средневзвешенные индексы к сметной стоимости строительно-монтажных работ на 2 квартал 2016 года» [8].

Исследуемые варианты представлены девятью конструкциями стен, которые отличаются материалом несущей части стены, видом и толщиной утеплителя и конструкцией облицовки. На рисунке 2 представлены три варианта конструкций стен, у которых основные конструктивные материалы различны (кирпич, газобетон, арболит), а конструкция утепления и облицовки одинаковая и представлена теплоизоляционными плитами из минеральной ваты «ROCKWOOL Венти БАТТС Д» и системой навесного вентилируемого фасада с фасадными кассетами «PUZZLETON».

Первый исследуемый вариант конструкции стены с общей толщиной 470 мм представлен следующими слоями (изнутри наружу): кладка толщиной 250 мм из полнотелого кирпича плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,7 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ , утепление из гидрофобизированных минераловатных плит «ROCKWOOL Венти БАТТС Д» толщиной 150 мм плотностью  $90 \text{ кг/м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ , система навесного вентилируемого фасада с облицовкой из металлических кассет толщиной 70 мм. Расчётное сопротивление такой конструкции стены по результатам теплотехнического расчёта составляет  $3,924 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$  при требуемом значении для г. Петрозаводска  $3,658 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ . Масса  $1 \text{ м}^2$  стеновой конструкции для данного варианта составляет 393,5 кг.

Второй и третий рассматриваемые варианты конструкции стен представлены блочной технологией в виде кладки из мелкогазобетонных блоков из газобетона и древесно-цементного композита. Конструктивное решение наружной стены для второго варианта с общей толщиной, равной 525 мм, принято следующим: кладка толщиной 375 мм из газобетонных блоков AEROC Classic марки D500 плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,12 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ , утепление из гидрофобизированных минераловатных плит «ROCKWOOL Венти БАТТС Д» толщиной 80 мм плотностью  $90 \text{ кг/м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ , система навесного вентилируемого фасада с облицовкой из металлических кассет толщиной 70 мм. Расчётное сопротивление такой конструкции

стены по результатам теплотехнического расчёта составляет  $4,862 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , что больше требуемого значения. Масса  $1 \text{ м}^2$  стеновой конструкции для данного варианта составляет 170,2 кг.



**Рисунок 2.** Конструкции стены из кирпича, газобетонных и арболитовых блоков (варианты 1, 2, 3 соответственно) с наружным утеплением теплоизоляционными плитами из минеральной ваты и облицовкой фасадными кассетами по системе навесного вентилируемого фасада:

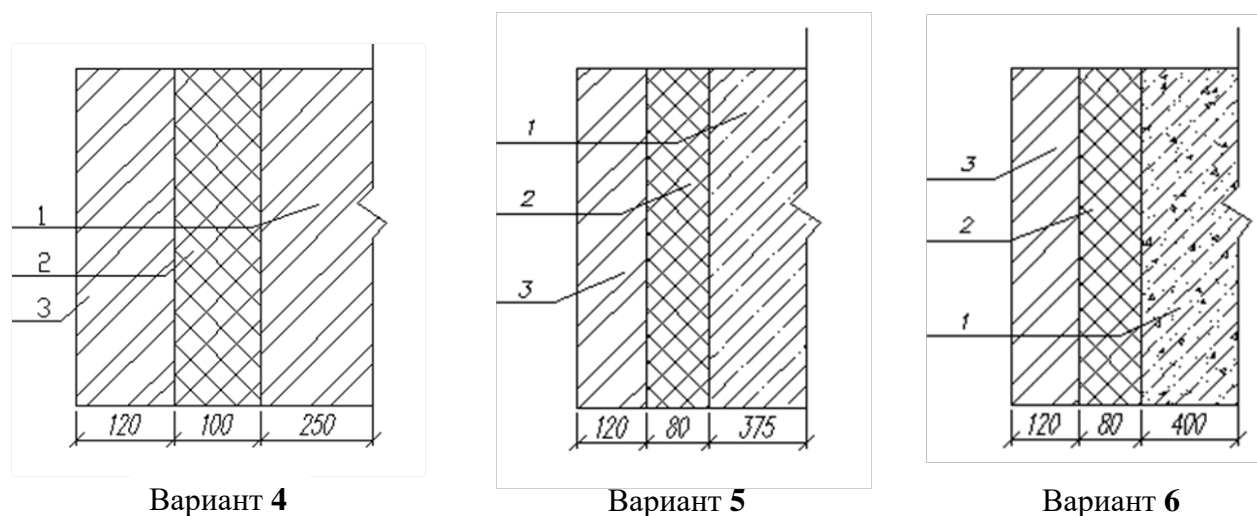
1 — стальная фасадная кассета «PUZZLETON»; 2 — направляющая; 3 — кронштейн; 4 — тарельчатый дюбель для крепления утеплителя; 5 — теплоизоляционные минераловатные плиты «ROCKWOOL Венти БАТТС Д»; 6 — анкерный дюбель для крепления кронштейна к стене; 7 — несущая конструкция стены, для варианта 1 — из кирпича, для варианта 2 — из газобетонных блоков, для варианта 3 — из арболитовых блоков

Третий вариант конструктивного решения стены с толщиной 550 мм состоит из следующих слоёв: кладка толщиной 400 мм из арболитовых блоков марки М35 плотностью  $650 \text{ кг}/\text{м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,13 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ , утепление из гидрофобизированных минераловатных плит «ROCKWOOL Венти БАТТС Д» толщиной 80 мм плотностью  $90 \text{ кг}/\text{м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ , система навесного вентилируемого фасада с облицовкой из металлических кассет толщиной 70 мм. Расчётное сопротивление такой конструкции стены по результатам теплотехнического расчёта составляет  $4,817 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , что больше требуемого значения. Масса  $1 \text{ м}^2$  стеновой конструкции для данного варианта составляет 176 кг.

В качестве основного материала стены в данном варианте выбран блок из древесно-цементного композита — арболита. Его преимуществами являются достаточно высокие теплотехнические характеристики, высокая степень звукоизоляции, а также возможность производства на территории Республики Карелия с использованием местных отходов лесопиления и деревообработки [9], [10], [11].

На рисунке 3 представлены следующие три варианта конструкций стен с аналогичными несущими конструктивными слоями, но с иной конструкцией утепления и облицовки, которая представлена теплоизоляционным слоем из пеноизола (карбамидно-

формальдегидного пенопласта) и наружной облицовки из лицевого керамического пустотелого одинарного кирпича КОРПу 1НФ по ГОСТ 530-2007.



**Рисунок 3.** Конструкции стены из кирпича, газобетонных и арболитовых блоков (варианты 4, 5, 6 соответственно) с теплоизоляционным слоем из пеноизола внутри стены и облицовкой из кирпича:  
1 — несущая конструкция стены, для варианта 4 — из кирпича, для варианта 5 — из газобетонных блоков, для варианта 6 — из арболитовых блоков; 2 — теплоизоляционный слой из карбамидно-формальдегидного пенопласта — пеноизола; 3 — наружная верста из лицевого керамического пустотелого одинарного кирпича КОРПу 1НФ по ГОСТ 530-2007

Четвёртый вариант конструкции стены с общей толщиной 470 мм состоит из следующих слоёв: кладка толщиной 250 мм из полнотелого кирпича плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,7 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ , утепление из пеноизола толщиной 100 мм плотностью  $15 \text{ кг/м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,03 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ , наружная облицовка толщиной 120 мм из керамического пустотелого кирпича плотностью  $1300 \text{ кг/м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,39 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ . Расчетное сопротивление такой конструкции стены по результатам теплотехнического расчёта составляет  $3,753 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$  при требуемом значении  $3,658 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ . Масса  $1 \text{ м}^2$  стеновой конструкции для данного варианта составляет 537,5 кг.

Конструктивное решение наружной стены для пятого варианта с общей толщиной, равной 575 мм, принято следующим: кладка толщиной 375 мм из газобетонных блоков АЕРОС Classic марки D500 плотностью  $500 \text{ кг/м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,12 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ , утепление из пеноизола толщиной 80 мм плотностью  $15 \text{ кг/м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,03 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ , наружная облицовка толщиной 120 мм из керамического пустотелого кирпича плотностью  $1300 \text{ кг/м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,39 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ . Расчётное сопротивление такой конструкции стены по



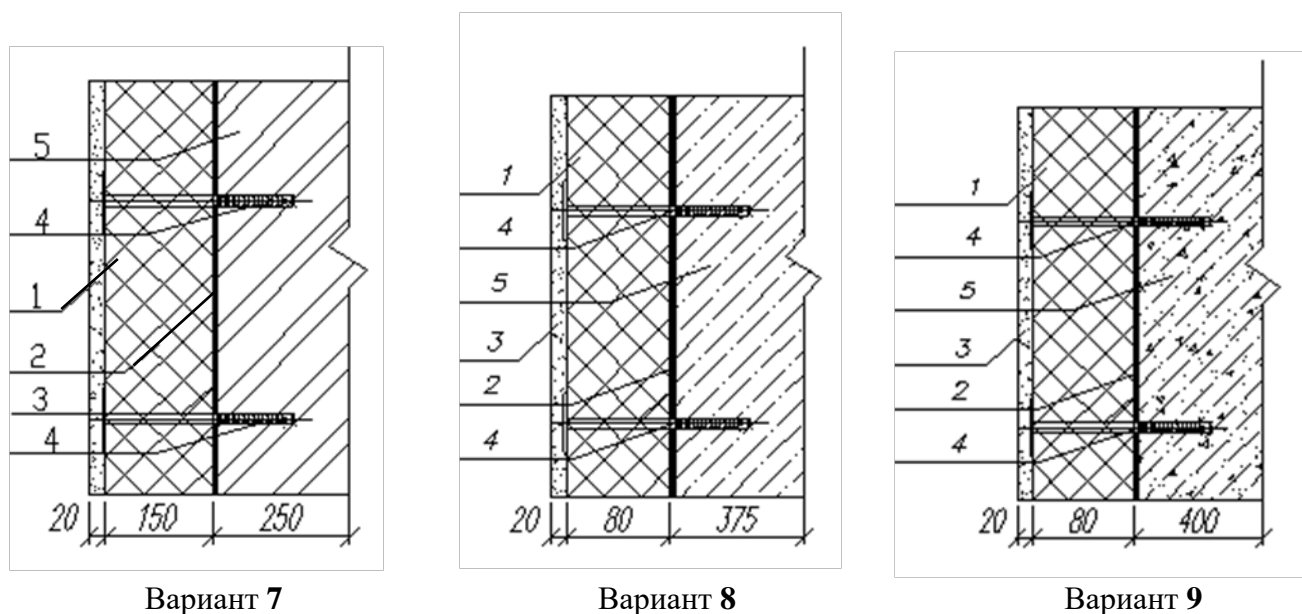
результатам теплотехнического расчёта составляет  $5,757 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , что больше требуемого значения. Масса  $1 \text{ м}^2$  стеновой конструкции для данного варианта составляет 314,2 кг.

Шестой вариант конструктивного решения стены с толщиной 600 мм состоит из следующих слоёв: кладка толщиной 400 мм из арболитовых блоков марки М35 плотностью  $650 \text{ кг}/\text{м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,13 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ , утепление из пеноизола толщиной 80 мм плотностью  $15 \text{ кг}/\text{м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,03 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ , наружная облицовка толщиной 120 мм из керамического пустотелого кирпича плотностью  $1300 \text{ кг}/\text{м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,39 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ . Расчётное сопротивление такой конструкции стены по результатам теплотехнического расчёта составляет  $5,713 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , что больше требуемого значения. Масса  $1 \text{ м}^2$  стеновой конструкции для данного варианта составляет 320 кг.

На рисунке 4 представлена третья группа конструктивных решений, характеризующаяся применением системы утепления фасада по «мокрому принципу» совместно с уже описанными несущими частями стен из кирпича и блоков. Данная система утепления предусматривает устройство мокрой штукатурки по слою утепления из жёстких минераловатных плит, закреплённых на наружной поверхности стены с помощью высокоадгезионных составов и механическим способом тарельчатыми дюбелями.

Седьмой вариант конструкции стены с общей толщиной 420 мм состоит из следующих слоёв: кладка толщиной 250 мм из полнотелого кирпича плотностью  $1800 \text{ кг}/\text{м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ , утепление из жёстких гидрофобизированных минераловатных плит «ROCKWOOL ФАСАД БАТТС Д» толщиной 150 мм плотностью  $130 \text{ кг}/\text{м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,042 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ , наружная отделка толщиной 20 мм из декоративной штукатурки ROCKdecor плотностью  $1800 \text{ кг}/\text{м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,93 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ . Расчётное сопротивление такой конструкции стены по результатам теплотехнического расчёта составляет  $3,78 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  при требуемом значении  $3,658 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ . Масса  $1 \text{ м}^2$  стеновой конструкции для данного варианта составляет 434,6 кг.

Конструктивное решение наружной стены для восьмого варианта с общей толщиной, равной 475 мм, принято следующим: кладка толщиной 375 мм из газобетонных блоков AEROC Classic марки D500 плотностью  $500 \text{ кг}/\text{м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,12 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ , утепление из жёстких гидрофобизированных минераловатных плит «ROCKWOOL ФАСАД БАТТС Д» толщиной 80 мм плотностью  $130 \text{ кг}/\text{м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,042 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ , наружная отделка толщиной 20 мм из декоративной штукатурки ROCKdecor плотностью  $1800 \text{ кг}/\text{м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,93 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ . Расчётное сопротивление такой конструкции стены по результатам теплотехнического расчёта составляет  $4,793 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , что больше требуемого значения. Масса  $1 \text{ м}^2$  стеновой конструкции для данного варианта составляет 211,1 кг.



**Рисунок 4.** Конструкции стены из кирпича, газобетонных и арболитовых блоков (варианты 7, 8, 9 соответственно) с наружным утеплением жёсткими теплоизоляционными плитами из минеральной ваты и штукатуркой по сетке:

1 — утеплитель «ROCKWOOL ФАСАД БАТТС Д»; 2 — слой клеевого состава ROCKmortal; 3 — декоративная штукатурка «ROCKdecor»; 4 — тарельчатый дюбель для крепления утеплителя; 5 — несущая конструкция стены, для варианта 7 — из кирпича, для варианта 8 — из газобетонных блоков, для варианта 9 — из арболитовых блоков

Девятый вариант конструктивного решения стены с толщиной 500 мм состоит из следующих слоёв: кладка толщиной 400 мм из арболитовых блоков марки М35 плотностью  $650 \text{ кг/м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,13 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ , утепление из жёстких гидрофобизированных минераловатных плит «ROCKWOOL ФАСАД БАТТС Д» толщиной 80 мм плотностью  $130 \text{ кг/м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,042 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ , наружная отделка толщиной 20 мм из декоративной штукатурки ROCKdecor плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  с коэффициентом теплопроводности  $0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ . Расчётное сопротивление такой конструкции стены по результатам теплотехнического расчёта составляет  $4,749 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ , что больше требуемого значения. Масса  $1 \text{ м}^2$  стеновой конструкции для данного варианта составляет 187,1 кг.

### 3. Результаты

Для выбора оптимальной конструкции стены из мелкоштучных элементов было произведено сравнение по трём группам показателей: технических — конструкционных, технологических и экономических. Результат расчётов показателей представлен в таблице.

Существующие типоразмеры материалов подбирались таким образом, чтобы требуемое сопротивление теплопередаче и несущая способность стен каждого из вариантов были

обеспечены и соответствовали нормативно-техническим документам, поэтому показательными параметрами в этой группе являются толщина стены и масса  $1 \text{ м}^2$  стены.

Минимальной толщины стены удаётся добиться при устройстве кирпичной стены, оштукатуренной «мокрым способом» по жёстким плитам утеплителя (вариант 7) — 420 мм, однако масса  $1 \text{ м}^2$  данной стены едва ли не самая большая — 434,6 кг. Худший результат по толщине стены (600 мм) у конструкции из арболитовых блоков, утеплённой заливной теплоизоляцией, облицованной кирпичом (вариант 6). Это связано с необходимостью выполнения требований к толщине блока в несущей стене и особенностями сортамента производителей [12]. Наиболее лёгкой оказалась конструкция из газобетонных блоков, утеплённая при помощи системы навесного вентилируемого фасада (вариант 2). Масса  $1 \text{ м}^2$  составляет 170,2 кг при достаточно большой общей толщине конструкции — 525 мм. Наиболее тяжёлой является слоистая конструкция стены из кирпича с внутренним слоем утепления из пеноизола — 537,5 мм, при средних показателях по толщине конструкции (вариант 4). Конструкционные показатели всех девяти вариантов конструкций стен представлены в первом блоке таблицы.

При калькуляции затрат труда и норм времени применялись единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы, а также данные технических условий организаций-производителей материалов и конструкций. После назначения состава звена рабочих-исполнителей получена продолжительность, необходимая для выполнения строительно-монтажных работ по возведению стен. Во втором блоке таблицы приведены показатели для каждого конструктивного решения ограждающей конструкции.

Наименее трудоёмкой оказалась стена из арболита, облицованная фасадными кассетами по системе навесного вентилируемого фасада (вариант 3), которая обладает достаточно низкой массой  $1 \text{ м}^2$  стены. Кирпичная стена, облицованная фасадными кассетами по системе навесного вентилируемого фасада (вариант 1), обладает наибольшей трудоёмкостью из рассматриваемых вариантов. С точки зрения проектной продолжительности выполнения строительно-монтажных работ наиболее привлекательной выглядит стена из газобетонных блоков, утеплённая заливной теплоизоляцией, облицованная кирпичом (вариант 5).

Для сравнения вариантов несущих ограждающих конструкций по экономическим показателям выполнен расчёт стоимости строительных работ и себестоимости конструкции для каждого вида стен в виде локальных смет в программном сметно-аналитическом комплексе А0. Сравнение экономических показателей осуществлено в ценах второго квартала 2016 г. Результаты расчётов представлены в третьем блоке таблицы.

По результатам анализа сметной стоимости строительства стен выбрана конструкция, требующая наименьших финансовых затрат, — стена из газобетонных блоков, утеплённая заливной теплоизоляцией, облицованная кирпичом (вариант 5). Самая дорогостоящая конструкция — стена из газобетонных блоков, утеплённая фасадной системой по «мокрому принципу» со штукатуркой по жёстким плитам утеплителя (вариант 8).

**Таблица.** Сравнительная таблица конструкционных, технологических и экономических показателей

Расчётные показатели конструкций	Варианты конструкций стен								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>I. Технические, конструкционные показатели</b>									
Толщина стены, м	0,47	0,525	0,55	0,47	0,575	<del>0,6</del>	<u>0,42</u>	0,475	0,5
Расчётное сопротивление теплопередаче, м <sup>2</sup> ·°C/Вт	3,924	4,861	4,817	3,753	<u>5,757</u>	5,713	3,780	4,793	4,749
Несущая способность стены, т	25,9	40,8	<u>46,83</u>	25,9	40,8	<u>46,83</u>	25,9	40,8	<u>46,83</u>
Масса 1 м <sup>2</sup> , кг	393,5	<u>170,2</u>	176	<del>537,5</del>	314,2	320	434,6	211,2	187,1
<b>II. Технологические показатели</b>									
Рассматриваемый объём работ, м <sup>3</sup>	417,7	464,5	485,8	417,7	507	528,3	375,1	422	443,3
Трудоёмкость работ, чел./ч.	9682	8567	3654	5381	3817	3940	7724	6967	5167
Затраты машинного времени, маш./ч.	862	515	573	676	276,5	374	470	124	177
Общая продолжительность работ, ч.	456	376	408	256	<u>248</u>	256	448	408	408
Часовая выработка, м <sup>3</sup> /ч.	0,92	1,23	1,19	1,6	2,04	2,1	0,84	1,03	1,09
Трудоёмкость устройства 1 м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> конструкции, чел./ч.	<del>23,18/</del> <del>8,14</del>	18,44/ 7,21	<u>7,52/</u> <u>3,07</u>	12,9/ 4,54	7,9/ 3,21	7,6/ 3,31	20,58/ 6,49	16,5/ 5,86	11,66/ 4,35
<b>III. Экономические показатели</b>									
Прямые затраты, руб.,	18742276	19568783	19403764	6968746	6452425	10881970	22201992	23028499	22863845
в том числе:									
основная зарплата	1761790	17498466	1682080	1030207	827673	1313600	1253241	1257742	1173531
эксплуатация машин и механизмов	257846	304026	244752	458943	416918	407068	251669	297849	238575
материалы	16722640	17498466	17476932	5479596	5207834	9161302	20697082	21472908	21451739
основная зарплата машинистов	55846	64807	34993	73782	61054	40017	60947	69908	40094
Накладные расходы, руб.	1827322	1830097	1696009	1170243	919071	1420639	1354052	1356827	1222739
<b>Сметная стоимость, руб.</b>	25394843	26370804	25854889	10415418	<u>9331600</u>	15427393	28657425	<del>29633386</del>	29117902
Сметная прибыль, руб.	951455	949259	811150	687636	536640	771453	729909	727713	589604
НДС, руб.	3873790	4022665	3943966	1588793	1423465	2353331	4371472	4520347	4441714
Итого с НДС, руб.	25394843	26370804	25854889	10415418	9331605	15427393	28657425	29633386	29117902
Сметная стоимость 1 м <sup>2</sup> , руб.	21358	22179	21745	8760	<u>7848</u>	12975	24102	24923	24489
Сметная стоимость 1 м <sup>3</sup> , руб.	60791	56770	532225	24933	<u>18404</u>	29219	76377	70223	65729

#### 4. Обсуждение и заключение

Таким образом, из девяти рассмотренных вариантов конструкций стен были выбраны четыре, которые обладают наилучшими показателями в каждой группе (в таблице обозначены жирным курсивом с подчёркиванием):

- по итогу рассмотрения первой группы показателей — варианты 2 (стена из газобетонных блоков, облицованная фасадными кассетами по системе навесного вентилируемого фасада) и 7 (кирпичная стена, облицованная штукатуркой «мокрым способом» по жёстким плитам утеплителя). Конструкция стены, выполненная по варианту 2, является наиболее лёгкой. Вариант 7 обладает наименьшей толщиной;
- по итогу рассмотрения второй группы показателей — вариант 3 (стена из арболита, облицованная фасадными кассетами по системе навесного вентилируемого фасада), характеризующийся наименьшей удельной трудоёмкостью устройства конструкции, и вариант 5 (стена из газобетонных блоков, утеплённая заливной теплоизоляцией) с наименьшей продолжительностью производства работ;
- по итогу рассмотрения третьей группы показателей — вариант 5 (стена из газобетонных блоков, утеплённая заливной теплоизоляцией, облицованная кирпичом), которая обладает наименьшей стоимостью изготовления.

Рассмотрев варианты конструкций стен с применением мелкоштучных элементов и технологий их возведения при строительстве объектов детских дошкольных учреждений, можно сделать следующие выводы:

- в рамках выполненного исследования рассмотрены девять вариантов ограждающих конструкций стен. В трёх исследуемых конструктивных решениях применяются композитные древесные материалы, для изготовления которых используются отходы деревообрабатывающих производств;
- все рассмотренные конструкции стен соответствуют требованиям по тепловой защите зданий для территориальной зоны г. Петрозаводска Республики Карелия. Расчётное сопротивление теплопередаче исследованных конструкций стен превышает требуемые значения, что говорит о высокой энергоэффективности рассмотренных конструктивов и о возможности их применения в более жёстких северных климатических условиях.

По результатам выполненного исследования наиболее рациональной в применении, по мнению авторов, может рассматриваться технология изготовления стен из газобетонных блоков с утеплением заливной теплоизоляцией из пеноизола с наружной облицовкой кирпичом, которая явилась самой оптимальной по экономическим и технологическим показателям. Данное конструктивное и технологическое решение имеет ряд преимуществ и недостатков. К достоинствам технологии можно отнести следующие аспекты:

- непрерывность теплоизоляции за счёт применения заливной технологии устройства слоя утепления;
- высокая энергоэффективность конструктивного решения за счёт высокого значения расчётного сопротивления теплопередачи;
- сравнительно низкая трудоёмкость, продолжительность изготовления и стоимость строительно-монтажных работ.

Однако данное решение имеет и недостатки:

- качественное возведение стен по данной технологии возможно лишь при благоприятных температурных условиях — необходимо учитывать сезонные условия строительства.

Следует также отметить, что авторами в ранее проведённых исследованиях [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20] отмечалась эффективность применения легкоблочных конструкций стен в условиях Республики Карелия.

## Список литературы

1. *Кравченя, Ю. Н.* Сравнение вариантов ограждающих конструкций стен при строительстве детских дошкольных образовательных учреждений / Ю. Н. Кравченя, А. А. Кузьменков // *Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии: сборник статей научно-практической конференции (23—27 июня 2014 г.). — Ч. 2 / ПетрГУ. — Петрозаводск : Петропресс, 2015. — С. 54—62.*
2. *Титова, С. А.* Анализ энергоэффективности некоторых стеновых конструкций по их теплотехническим характеристикам / С. А. Титова, Н. В. Глущенко // *Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции : материалы научно-практической конференции (18 апреля 2014 г.) / ПетрГУ. — Петрозаводск : Петропресс, 2014. — С. 101—106.*
3. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций [Электрон. ресурс] : СанПиН 2.4.1.3049-13 (с изм. на 27 августа 2015 г.) ; введ. 15.05.2013 // *Техэксперт : проф. справ. система / ЗАО «Кодекс». — Электрон. дан. — [Петрозаводск], согр. 2015. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/499023522>, по договору. (20.04.2015).*
4. *Общественные здания и сооружения. Свод правил [Электрон. ресурс] : СП 118.13330.2012. — Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с изм. № 1 и 2) ; введ. 01.09.2014 // Техэксперт : проф. справ. система / ЗАО «Кодекс». — Электрон. дан. — [Петрозаводск], согр. 2015. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200092705>, по договору. (20.04.2015).*
5. *Каменные и армокаменные конструкции. Свод правил [Электрон. ресурс] : СП 15.13330.2012. — Актуализированная редакция СНиП II-22-81\* (с изм. № 1 и 2) ; введ. 01.01.2013 // Техэксперт : проф. справ. система / ЗАО «Кодекс». — Электрон. дан. — [Петрозаводск], согр. 2015. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200092703/>, по договору. (20.04.2015).*
6. *Тепловая защита зданий. Свод правил [Электрон. ресурс] : СП 50.13330.2012. — Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 ; введ. 01.07.2013 // Техэксперт : проф.*

- справ. система / ЗАО «Кодекс». — Электрон. дан. — [Петрозаводск], corp. 2015. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525>, по договору. (20.04.2015).
7. Строительная климатология. Свод правил [Электрон. ресурс]: СП 131.13330.2012. — Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* ; введ. 01.01.2013 // Техэксперт : проф. справ. система / ЗАО «Кодекс». — Электрон. дан. — [Петрозаводск], corp. 2015. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>, по договору. (20.04.2015).
  8. Расчётные средневзвешенные индексы к сметной стоимости строительно-монтажных работ на 2 квартал 2016 года [Электронный ресурс]; Приложение № 1 к распоряжению Министерства строительства, жилищно-коммунального хозяйства и энергетики Республики Карелия № 16 от 31 марта 2016 года; принято Министерством строительства, жилищно-коммунального хозяйства и энергетики Республики Карелия 31 марта 2016 г. / Министерство строительства, жилищно-коммунального хозяйства и энергетики Республики Карелия. — Электрон. дан. — [Петрозаводск], 2016. — URL: [http://минстройрк.рф/files/RCCS/TSNB\\_2014/Index/2016/indeksy\\_2\\_kv\\_2016.pdf](http://минстройрк.рф/files/RCCS/TSNB_2014/Index/2016/indeksy_2_kv_2016.pdf). (15.05.2016).
  9. Колесников, Г. Н. Рациональное природопользование в решении проблем социально-экономического развития территорий: совершенствование технологий использования отходов лесопиления / Г. Н. Колесников, А. А. Кузьменков, А. А. Андреев, Т. А. Гаврилов // Инновационный подход в решении проблем современности: теория, методология, практика. — Пенза : Наука и Просвещение, 2016. — С. 18—27.
  10. Колесников, Г. Н. Влияние добавок хлорида кальция, сульфата алюминия и аморфного диоксида кремния на структуру и прочность древесно-цементного материала / Г. Н. Колесников // Фундаментальные исследования. — 2016. — № 11—1. — С. 42—46.
  11. Колесников, Г. Н. Новые возможности повышения прочности строительных древесно-цементных материалов и уменьшения расхода цемента для условий Арктики / Г. Н. Колесников, А. А. Андреев, А. А. Чалкин // Наука и образование в Арктическом регионе : материалы международной научно-практической конференции, Мурманск, 4—8 апреля 2106 г. / ФГБОУ ВПО «МГТУ». — Мурманск, 2016. — Т. 2. — С. 74—78.
  12. Арболит и изделия из него. Общие технические условия [Электрон. ресурс]: ГОСТ 19222-84 ; введ. 01.01.1985 // Техэксперт : проф. справ. система / ЗАО «Кодекс». — Электрон. дан. — [Петрозаводск], corp. 2015. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-19222-84>, по договору. (20.04.2015).
  13. Девятникова, Л. А. Исследование технико-экономических параметров при выборе технологий возведения ограждающих конструкций индивидуальных жилых домов / Л. А. Девятникова, Е. Г. Емельянова, А. А. Кузьменков, А. А. Симонова // Учёные записки Петрозаводского государственного университета. — 2015. — № 4 (149). — С. 82—89.
  14. Емельянова, Е. Г. Экономическое сравнение вариантов ограждающих конструкций при возведении малоэтажных жилых домов / Е. Г. Емельянова, А. А. Симонова // Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии : сборник статей научно-практической конференции (23—27 июня 2014 г.) / ПетрГУ. — Петрозаводск : Петропресс, 2015. — С. 15—21.
  15. Девятникова, Л. А. К вопросу о выборе наружных стен индивидуальных жилых домов / Л. А. Девятникова, А. А. Симонова // Деревянное малоэтажное домостроение: экономика, архитектура и ресурсосберегающие технологии: сборник статей научно-

- практической конференции (23—27 июня 2014 г.). — Ч. 2 / ПетрГУ. — Петрозаводск : Петропресс, 2015. — С. 17—24.
16. Кузьменков, А. А. Техничко-экономическое сравнение вариантов конструкций стен малоэтажных жилых зданий для северных условий Республики Карелия / А. А. Кузьменков, С. А. Титова // Resources and Technology. — Петрозаводск : ПетрГУ, 2016. — № 13 (4). — С. 57—70.
  17. Кузьменков, А. А. Техничко-экономические показатели эффективности применения ограждающих конструкций стен из легкобетонных блоков в малоэтажном строительстве / А. А. Кузьменков // Наука и образование в Арктическом регионе : материалы международной научно-практической конференции, Мурманск, 4—8 апреля 2016 г. / ФГБОУ ВПО «МГТУ». — Мурманск, 2016. — Т. 2. — С. 93—99.
  18. Кузьменков, А. А. Техничко-экономическая оценка ограждающих конструкций стен малоэтажных жилых зданий / А. А. Кузьменков, Л. А. Девятникова // Наука и образование в Арктическом регионе : материалы международной научно-практической конференции, Мурманск, 4—8 апреля 2016 г. / ФГБОУ ВПО «МГТУ». — Мурманск, 2016. — Т. 2. — С. 100—107.
  19. Титова, С. А. Влияние крупности древесных частиц на плотность и теплопроводность щепоцементных блоков для малоэтажного строительства / С. А. Титова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. — Воронеж : Воронежская государственная лесотехническая академия, 2014. — Т. 2, № 3—2 (8—2). — С. 441—444.
  20. Титова, С. А. Влияние размера древесных частиц заполнителя на теплопроводность древесно-цементного композита / С. А. Титова, С. Б. Васильев // Фундаментальные исследования. — 2016. — № 5 (ч. 1). — С. 53—57.

## References

1. Kravchenya, YU. N. Sravnenie variantov ograzhdayushhikh konstruksij sten pri stroitel'stve detskikh doshkol'nykh obrazovatel'nykh uchrezhdenij / YU. N. Kravchenya, A. A. Kuz'menkov // Derevyannoe maloetazhnoe domostroenie: ehkonomika, arkhitektura i resursosberegayushhie tekhnologii: sbornik statej nauchno-prakticheskoy konferentsii (23—27 iyunya 2014 g.). — CHast' 2 / PetrGU. — Petrozavodsk : Petropress, 2015. — S. 54—62.
2. Titova, S. A. Analiz ehnergoehffektivnosti nekotorykh stenovykh konstruksij po ikh teplotekhnicheskim kharakteristikam / S. A. Titova, N. V. Glushhenko // Resursosberegayushhie tekhnologii, materialy i konstruksii: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii (18 aprelya 2014 g.) / PetrGU. — Petrozavodsk : Petropress, 2014. — S. 101—106.
3. Sanitarno-ehpidemiologicheskie trebovaniya k ustrojstvu, sodержaniyu i organizatsii rezhima raboty doshkol'nykh obrazovatel'nykh organizatsij [EHlektron.resurs] : SanPiN 2.4.1.3049-13 (s izmeneniyami na 27 avgusta 2015 goda) ; vved. 15.05.2013t // Tekhehkspert : prof. sprav. sistema / ZAO «Kodeks». — EHlektron.dan. — [Petrozavodsk], corp. 2015. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/499023522>, po dogovoru. (20.04.2015).
4. Obshhestvennye zdaniya i sooruzheniya. Svod pravil [EHlektron.resurs] : SP 118.13330.2012. — Aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 31-06-2009 (s izm. № 1 i 2) ; vved.



- 01.09.2014 // Tekhehkspert : prof. sprav. sistema / ZAO «Kodeks». — EHlektron.dan. — [Petrozavodsk], corp. 2015. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200092705>, po dogovoru. (20.04.2015).
5. Kamennye i armokamennye konstruksii. Svod pravil [EHlektron.resurs] : SP 15. 13330.2012. — Aktualizirovannaya redaktsiya SNIp II-22-81\* (s izm. №1 i 2); vved. 01.01.2013 // Tekhehkspert : prof. sprav. sistema / ZAO «Kodeks». — EHlektron.dan. — [Petrozavodsk], corp. 2015. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200092703/>, po dogovoru. (20.04.2015).
  6. Teplovaya zashhita zdaniy. Svod pravil [EHlektron.resurs] : SP 50.13330.2012. — Aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 23-02-2003; vved. 01.07.2013 // Tekhehkspert : prof. sprav. sistema / ZAO «Kodeks». — EHlektron.dan. — [Petrozavodsk], corp. 2015. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525>, po dogovoru. (20.04.2015).
  7. Stroitel'naya klimatologiya. Svod pravil [EHlektron.resurs] : SP 131.13330.2012. — Aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 23-01-99\*; vved. 01.01.2013 // Tekhehkspert : prof. sprav. sistema / ZAO «Kodeks». — EHlektron.dan. — [Petrozavodsk], corp. 2015. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>, po dogovoru. (20.04.2015).
  8. Raschetnye srednevzveshennye indeksy k smetnoj stoimosti stroitel'no-montazhnykh rabot na 2 kvartal 2016 goda [EHlektronnyj resurs] : Prilozhenie № 1 k rasporyazheniyu Ministerstva stroitel'stva, zhilishhno-kommunal'nogo khozyajstva i ehnergetiki Respubliki Kareliya № 16 ot 31 marta 2016 goda : prinyato Ministerstvom stroitel'stva, zhilishhno-kommunal'nogo khozyajstva i ehnergetiki Respubliki Kareliya 31 mrt. 2016 g. / Ministerstvo stroitel'stva, zhilishhno-kommunal'nogo khozyajstva i ehnergetiki Respubliki Kareliya. — EHlektron. dan. — [Petrozavodsk], 2016. — URL: [http://minstrojrk.rf/files/RCCS/TSNB\\_2014/Index/2016/indeksy\\_2\\_kv\\_2016.pdf](http://minstrojrk.rf/files/RCCS/TSNB_2014/Index/2016/indeksy_2_kv_2016.pdf). (15.05.2016).
  9. *Kolesnikov, G. N.* Ratsional'noe prirodopol'zovanie v reshenii problem sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya territorij: sovershenstvovanie tekhnologij ispol'zovaniya otkhodov lesopileniya / G. N. Kolesnikov, A. A. Kuz'menkov, A. A. Andreev, T. A. Gavrilov // Innovatsionnyj podkhod v reshenii problem sovremennosti: teoriya, metodologiya, praktika. — Penza : Nauka i Prosveshhenie, 2016. — S. 18—27.
  10. *Kolesnikov, G. N.* Vliyanie dobavok khlorida kal'tsiya, sul'fata alyuminiya i amorfno dioksida kremniya na strukturu i prochnost' drevesno-tsementnogo materiala / G. N. Kolesnikov // Fundamental'nye issledovaniya. — 2016. — № 11—1. — S. 42—46.
  11. *Kolesnikov, G. N.* Novye vozmozhnosti povysheniya prochnosti stroitel'nykh drevesno-tsementnykh materialov i umen'sheniya raskhoda tsementa dlya uslovij Arktiki / G. N. Kolesnikov, A. A. Andreev, A. A. Chalkin // Nauka i obrazovanie v Articheskom regione : materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Murmansk, 4—8 aprelya 2106 g. / FGBOU VPO «MGU». — Murmansk, 2016. — T. 2. — S. 74—78.

12. Arbolit i izdeliya iz nego. Obshhie tekhnicheskie usloviya [EHlektron.resurs] : GOST 19222-84 ; vved. 01.01.1985 // Tekhehkspert. : prof. sprav. Sistema / ZAO «Kodeks». — EHlektron. dan. — [Petrozavodsk], corp. 2015. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-19222-84>, po dogovoru. (20.04.2015).
13. *Devyatnikova, L. A.* Issledovanie tekhniko-ehkonomicheskikh parametrov pri vybore tekhnologij vozvedeniya ograzhdayushhikh konstruksij individual'nykh zhilykh domov / L. A. Devyatnikova, E. G. Emel'yanova, A. A. Kuz'menkov, A. A. Simonova // Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. — 2015. — № 4 (149). — S. 82—89.
14. *Emel'yanova, E. G.* EHkonomicheskoe sravnenie variantov ograzhdayushhikh konstruksij pri vozvedenii malohtazhnykh zhilykh domov / E. G. Emel'yanova, A. A. Simonova // Derevyannoe malohtazhnoe domostroenie: ehkonomika, arkhitektura i resursosberegayushhie tekhnologii: sbornik statej nauchno-prakticheskoy konferentsii (23—27 iyunya 2014 g.) / PetrGU. — Petrozavodsk : Petropress, 2015. — S. 15—21.
15. *Devyatnikova, L. A.* K voprosu o vybore naruzhnykh sten individual'nykh zhilykh domov / L. A. Devyatnikova, A. A. Simonova // Derevyannoe malohtazhnoe domostroenie: ehkonomika, arkhitektura i resursosberegayushhie tekhnologii: sbornik statej nauchno-prakticheskoy konferentsii (23—27 iyunya 2014 g.). — CHast' 2 / PetrGU. — Petrozavodsk : Petropress, 2015. — S. 17—24.
16. *Kuz'menkov, A. A.* Tekhniko-ehkonomicheskoe sravnenie variantov konstruksij sten malohtazhnykh zhilykh zdaniy dlya severnykh usloviya Respubliki Kareliya / A. A. Kuz'menkov, S. A. Titova // Resources and Technology. — Petrozavodsk : PetrGU, 2016. — № 13 (4). — S. 57—70.
17. *Kuz'menkov, A. A.* Tekhniko-ehkonomicheskije pokazateli ehffektivnosti primeneniya ograzhdayushhikh konstruksij sten iz legkobetonnykh blokov v malohtazhnom stroitel'stve / A. A. Kuz'menkov // Nauka i obrazovanie v Articheskom regione : materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Murmansk, 4—8 aprelya 2016 g. / FGBOU VPO «MGU». — Murmansk, 2016. — T. 2. — S. 93—99.
18. *Kuz'menkov, A. A.* Tekhniko-ehkonomicheskaya otsenka ograzhdayushhikh konstruksij sten malohtazhnykh zhilykh zdaniy / A. A. Kuz'menkov, L. A. Devyatnikova // Nauka i obrazovanie v Articheskom regione : materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Murmansk, 4—8 aprelya 2016 g. / FGBOU VPO «MGU». — Murmansk, 2016. — T. 2. — S. 100—107.
19. *Titova, S. A.* Vliyanie krupnosti drevesnykh chastits na plotnost' i teploprovodnost' shhepotsementnykh blokov dlya malohtazhnogo stroitel'stva / S. A. Titova // Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika. — Voronezh : Voronezhskaya gosudarstvennaya lesotekhnicheskaya akademiya, 2014. — T. 2, № 3—2 (8—2). — S. 441—444.

20. *Titova, S. A.* Vliyanie razmera drevesnykh chastits zapolnitelya na teploprovodnost' drevesno-tsementnogo kompozita / S. A. Titova, S. B. Vasil'ev // Fundamental'nye issledovaniya. — 2016. — № 5 (chast' 1). — S. 53—57.

© Кузьменков А. А., Титова С. А., 2017