

ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СТРОИТЕЛЬСТВО И СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 692.299

СОПОСТАВЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПЕРЕМЫЧЕК В НАРУЖНЫХ СТЕНАХ ЗДАНИЯ ИЗ ШТУЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Т.Р. Баркая, А.В. Гавриленко, А.М. Журавлев, С.А. Соколов

© Баркая Т.Р., Гавриленко А.В.,
Журавлев А.М., Соколов С.А., 2025

***Аннотация.** Описаны расчеты несущей способности нескольких распространенных видов перемычек для наружных стен зданий из штучных материалов. Продемонстрировано, что при ширине перекрываемого оконного пролета 2,12 м и действии нагрузок до 2,233 Т/м все перемычки, кроме двух (U-блок), на которые опираются плиты перекрытия 5,97 и 8,43 м, показали достаточную несущую способность.*

***Ключевые слова:** перемычка, методика расчета, прогиб, пролет, сборная перемычка, газобетонная перемычка, металлическая перемычка, U-блок, трехслойная перемычка.*

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире существует большое количество перемычек. В статье [1] было показано, что среди представленных на рынке изделий бывает трудно выбрать конкретное, наиболее подходящее для определенного случая. Чаще всего это связано с недостаточностью информации, предоставляемой производителями, особенно о таких важных показателях, как несущая способность и сопротивление теплопередаче. Отсюда проистекает актуальность темы статьи.

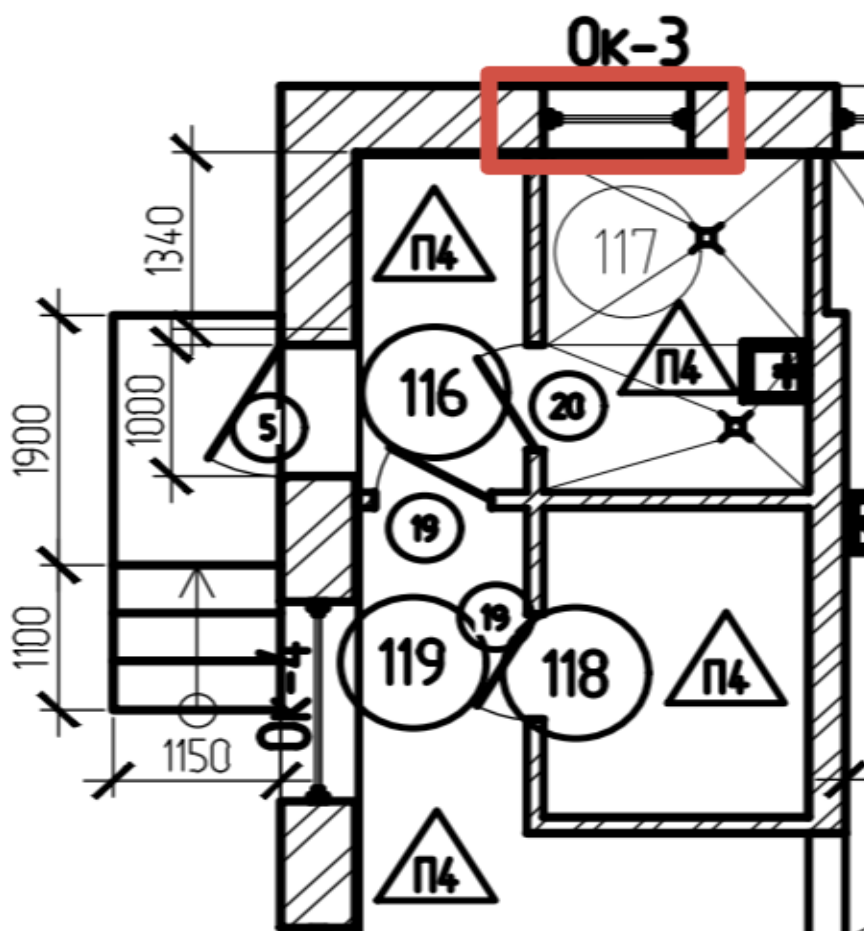
Задачи статьи – определить в ходе расчетов несущую способность и теплопроводность некоторых наиболее распространенных перемычек и сопоставить их технико-экономические показатели. По результатам решения этих задач можно будет сделать выводы об оптимальном применении тех или иных конструкций перемычек. Таким образом у

индивидуальных застройщиков и практикующих инженеров появится возможность лучше ориентироваться на современном рынке перемычек.

Рассмотрим газобетонные, монолитные перемычки, перемычки в U-блок, трехслойные и стальные (из двух уголков). Разработаем методику расчета перемычек по несущей способности. Проведем расчеты перемычек на конкретном примере, а именно, московской школы «Центр образования № 28» (длина здания – 66,93 м, ширина – 47,83 м; здание двухэтажное, толщина стены – 510 мм; расположено по адресу: Московская область, Богородский городской округ, город Электроугли, микрорайон «Вишняковские дачи», улица Советская, дом 11).

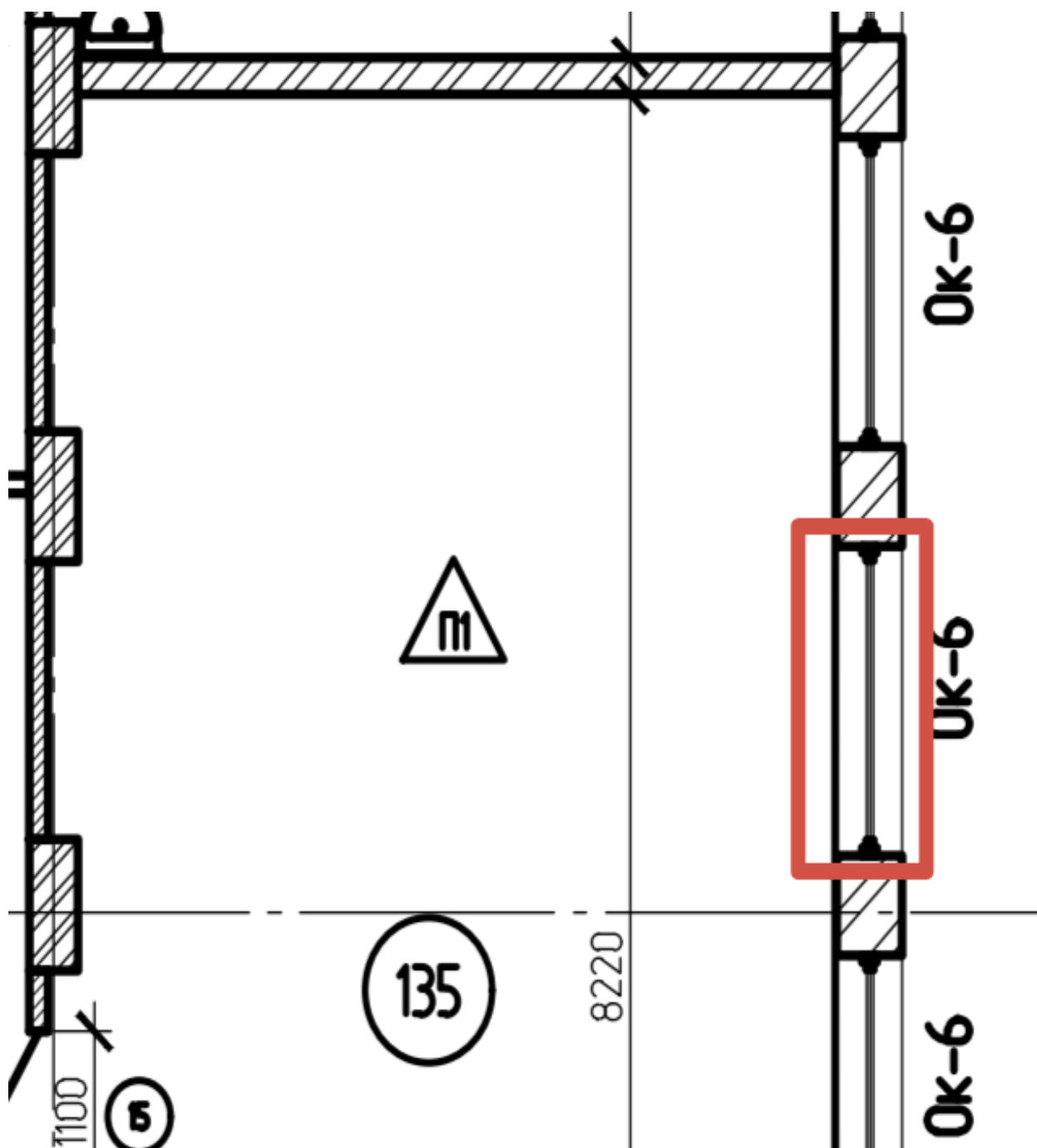
МЕТОДИКА РАСЧЕТА

В качестве конструкции для расчета приняты перемычки над оконными проемами, размер которых составляет 1,2 м и 2,12 м. Были взяты самые распространенные на рынке строительства варианты перемычек. На рисунке показано расположение рассмотренных перемычек на плане этажа.



а

Оконный проем: а – 1,2 м; б – 2,12 м (чертеж автора)



б

Продолжение рисунка

Были взяты плиты перекрытия разной длины, м: 2,43; 5,97; 8,43.

Всего было проведено 30 расчетов перемычек. Каждая из перемычек рассматривалась при применении в окне шириной 1,2 или 2,12 м. Предполагали, что на перемычки может действовать нагрузка, приходящаяся на плиты перекрытия длиной 2,43, 5,97 и 8,43 м.

Для последующих расчетов был выполнен сбор нагрузок на плиту перекрытия. Результаты предоставлены в табл. 1.

Таблица 1

Сбор нагрузок на плиту перекрытия

Слой	$q_n, \text{кг/м}^2$	γ_f	$q_p, \text{кг/м}^2$
Постоянные нагрузки			
1. Мармолеум 3,5 мм	0,0875	1,3	0,092
2. Клей 1,3 мм	1,548	1,1	1,70
3. Водно-дисперсная грунтовка	–		
4. Самовыравнивающая смесь 10 мм	18,5	1,05	19,42
5. Стяжка цементно-песчаная 50 мм	100	1,3	130
6. Гидроизоляция	–		
7. Засыпка из керамзитового гравия	36	1,05	37,8
8. Шумоизоляция 5 мм	0,225	1,05	0,24
9. Плита перекрытия 220 мм	309,68	1,1	340,65
Итого	466,04	–	529,9
Временная нагрузка			
Эксплуатационная нагрузка	203,94	1,2	244,73
Итого	203,94	–	244,73
Всего	669,98	–	774,63

Примечание. q_n – это нормативная распределенная нагрузка; γ_f – это коэффициент надежности по нагрузке; q_p – расчетная распределенная нагрузка.

Итоговые линейные нагрузки на перемычки с учетом веса кладки составили при плитах длиной 2,43 м 643,8 кг/м; 5,97 м – 1 581,8 кг/м; 8,43 м – 2 233,5 кг/м.

Согласно актуальной нормативной документации [2], величина прогиба не должна превышать значение $L / 200$, где L – длина перемычки, следовательно, максимальный прогиб на оконный проем 1,2 м составит 6 мм, а на оконный проем 2,12 м – 10,6 мм. Согласно пункту 9.53 источника [3], железобетонные перемычки следует рассчитывать с учетом нагрузки от перекрытий и давления от свежесуложенной, неотвердевшей кладки, эквивалентного весу пояса кладки высотой,

равной 1/3 пролета в летних условиях и целому пролету в зимних (на стадии оттаивания).

Нормы, которые использовались при расчете: СП 63.13330.2018. «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» [4]; ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований»; СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия» [2]; СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*» [6]; СП 15.13330.2020 «Каменные и армокаменные конструкции. СНиП II-22-81*» [3].

Данные, принятые для расчета: длина перемычки, сечения перемычки, класс бетона. Отметим, что существуют некоторые ограничения, касающиеся параметров перемычек (высота кладки не более 250 мм, так как высота сечения перемычки должна быть кратна ряду кладки; ширина не более 510 мм).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Были подсчитаны 24 варианта перемычек в подпрограмме SCAD Office «Арбат» (12 перемычек на оконный проем 2,12 м и 12 перемычек на оконный проем 1,2 м) и в программе SCAD Office (три стальные перемычки на оконный проем 2,12 м, столько же перемычек на оконный проем 1,2 м). Результаты расчетов представлены в табл. 2 и 3, в которых S1 – нижнее армирование, S2 – верхнее.

Таблица 2

Результаты расчета перемычек для оконного проема 1,2 м

Окно 1,2 м		Длина плиты перекрытия, м		
Название перемычки	Параметры из отчета подпрограммы «Арбат»	2,43	5,97	8,43
1	2	3	4	5
Газобетонная	Длина перемычки, м	1,5	1,5	1,5
	Размер сечения, мм	250*250	250*250	250*250
	Бетон (класс)	B7,5	B7,5	B7,5
	Арматура, шт.*мм	S1 – 2*6, S2 – 2*6	S1 – 2*10, S2 – 2*6	S1 – 2*12, S2 – 2*6
	Прогиб, мм	0,709	1,86	2,338

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
U-блок	Длина перемычки, м	1,6	1,6	1,6
	Размер сечения, мм	180*180	180*180	180*180
	Бетон	B25	B25	B25
	Арматура, шт.*мм	S1 – 2*10, S2 – 2*6	S1 – 2*12, S2 – 2*6	S1 – 2*14, S2 – 2*6
	Прогиб, мм	2,02	3,24	4,61
	Длина перемычки, м	1,5	1,5	1,5
Трехслойная	Размер сечения, мм	180*250	180*250	180*250
	Бетон (класс)	B25	B25	B25
	Арматура шт.*мм	S1 – 2*6, S2 – 2*6	S1 – 2*10, S2 – 2*6	S1 – 2*10, S2 – 2*6
	Прогиб, мм	0,406	1,238	1,883
	Длина перемычки, м	1,5	1,5	1,5
	Размер сечения, мм	380*250	380*250	380*250
Монолитная	Бетон (класс)	B25	B25	B25
	Арматура, шт.*мм	S1 – 2*6, S2 – 2*6	S1 – 2*8, S2 – 2*8	S1 – 2*10, S2 – 2*8
	Прогиб, мм	0,199	0,365	0,511
	Длина перемычки, м	1,36	1,36	1,36
	Размер сечения уголка, мм	75*5	90*8	100*8
	Прогиб, мм	3,33	2,38	2,31
Стальная	Длина перемычки, м	1,36	1,36	1,36
	Размер сечения уголка, мм	75*5	90*8	100*8
	Прогиб, мм	3,33	2,38	2,31

Таблица 3

Результаты расчета перемычек для оконного проема 2,12 м

Окно 2,12 м		Длина плиты перекрытия, м		
Название перемычки	Параметры из отчета подпрограммы «Арбат»	2,43	5,97	8,43
1	2	3	4	5
Газобетонная	Длина перемычки, м	2,5	2,5	2,5
	Размер сечения, мм	250*250	250*250	250*250
	Бетон (класс)	B7,5	B7,5	B7,5
	Арматура, шт.*мм	S1 – 2*14, S2 – 2*6	S1 – 2*18, S2 – 2*6	S1 – 2*20, S2 – 2*12
	Прогиб, мм	5,81	9,06	8,99
У-блок	Длина перемычки, м	2,5	2,5	2,5
	Размер сечения, мм	180*180	180*180	180*180
	Бетон	B25	B25	B25
	Арматура, шт.*мм	S1 – 2*16, S2 – 2*6	S1 – 2*20, S2 – 2*10	S1 – 2*22, S2 – 2*18
	Прогиб, мм	10,09	15,65	18,52
Трехслойная	Длина перемычки, м	2,4	2,4	2,4
	Размер сечения, мм	180*250	180*250	180*250
	Бетон (класс)	B25	B25	B25
	Арматура, шт.*мм	S1 – 2*12, S2 – 2*6	S1 – 2*18, S2 – 2*6	S1 – 2*20, S2 – 2*6
	Прогиб, мм	4,33	6,18	7,84

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
Монолитная	Длина перемычки, м	2,72	2,72	2,72
	Размер сечения, мм	380*250	380*250	380*250
	Бетон (класс)	B25	B25	B25
	Арматура, шт.*мм	S1 – 2*14, S2 – 2*8	S1 – 2*20, S2 – 2*8	S1 – 2*22, S2 – 2*8
	Прогиб, мм	5,18	5,37	7,04
Стальная	Длина перемычки, м	2,28	2,28	2,28
	Размер сечения уголка, мм	110*8	140*9	150*10
	Прогиб, мм	6,49	4,82	4,64

В табл. 2, 3 показано, какое армирование использовалось при проектировании перемычки, размеры сечения, класс бетона; приведены прогибы каждой перемычки, а также размеры сечения стальных конструкций. Из данных этих таблиц следует, что прогибы газобетонных перемычек обоих пролетов не превышают максимального значения. Перемычка изготовлена из легкого бетона класса В7,5, что является отличным результатом, так как легкий бетон обладает малым весом, легкостью монтажа, а также простотой обработки.

Перемычка в U-блок показала себя с хорошей стороны в оконном проеме 1,2 м: допустимые значения прогибов не превышены; использовано минимальное армирование, позволяющее достичь требуемой несущей способности (максимальная арматура 14 мм). Однако при этом в оконном проеме длиной 2,12 м прогибы данной перемычки превысили максимальные значения при действии нагрузок 1 581,8 Т/м, 2,233 Т/м и составили 15,649 мм и 18,517 мм соответственно. В подпрограмме «Арбат» были подобраны диаметры арматуры 20 и 22 мм. Можно было дальше увеличивать диаметр арматуры, но с экономической точки зрения это нецелесообразно, так как повышается потребление ресурсов и, следовательно, растут затраты на производство и возведение данных перемычек.

У трехслойной перемычки не были превышены максимальные значения прогибов, но при подборе армирования перемычки на оконный

проем 2,12 м была использована достаточно большая арматура (18 и 20 мм). У монолитной перемычки также не были превышены максимальные значения прогибов, но присутствует недостаток, характерный для трехслойной перемычки: применение большой арматуры в 20 мм и 22 мм.

Стальная перемычка показала хорошие результаты: максимальные значения прогибов также не превышены; подобраны оптимальные равнополочные уголки, которые выдерживают заданные нагрузки.

ВЫВОДЫ

Были подсчитаны 30 вариантов перемычек. Арматура подбиралась согласно источнику [4]. Для подбора стальных равнополочных уголков был использован источник [5].

Все рассмотренные перемычки показали достаточную несущую способность. Выбор типа перемычки обуславливается ее стоимостью.

Библиографический список

1. Баркая Т.Р., Гавриленко А.В., Журавлев А.М. Преимущества и недостатки некоторых типов перемычек наружных стен из штучных материалов // Современные технологии и инновации: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции / под общ. ред. Т.Б. Новиченковой. Тверь: ТвГТУ, 2025. С. 86–95.
2. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия. М.: ФГУП ЦПП, 2005. 44 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294854/4294854819.pdf> (дата обращения 11.04.2025)
3. СП 15.13330.2020. Каменные и армокаменные конструкции. СНиП II-22-81*. URL: https://meganorm.ru/mega_doc/norm/polozhenie_polozheniya/0/sp_15_13330_2020_svod_pravil_kamennye_i_armokamennye.html (дата обращения: 11.04.2025)
4. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. URL: https://ano-alpha.ru/upload/iblock/58c/mjvjz_kirysdmzq31jd53bipez0mxsqd5/SP_63.13330.2018_-2.pdf (дата обращения: 11.04.2025).
5. ГОСТ 8509-93. Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент. URL: https://ns-metall.ru/Gosts/gost_8509-93.pdf?ysclid=m9cko13b5n46413791 (дата обращения: 11.04.2025).
6. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. URL: <https://steel-fabrication.ru/upload/iblock/08b/СП%2016.13330.2017%20изм1.pdf> (дата обращения: 12.04.2025).

COMPARISON OF THE BEARING CAPACITY OF SOME TYPES OF LINTELS IN THE EXTERIOR WALLS OF BUILDINGS MADE OF PIECE MATERIALS

T.R. Barkaya, A.V. Gavrilenko, A.M. Zhuravlev, S.A. Sokolov

Abstract. *Calculations of the load-bearing capacity of several common types of lintels for the exterior walls of buildings made of piece materials are described. It is demonstrated that with a width of 2.12 m of the overlapped window span and loads of up to 2.233 T/m, all but two lintels (U-block) supported by floor slabs of 5.97 and 8.43 m showed sufficient load-bearing capacity.*

Keywords: *lintel, calculation method, deflection, span, prefabricated lintel, aerated concrete lintel, metal lintel, U-block lintel, three-layer lintel.*

Об авторах:

БАРКАЯ Темур Рауфович – кандидат технических наук, зав. кафедрой конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: btrs@list.ru

ГАВРИЛЕНКО Алексей Владимирович – старший преподаватель кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: GavrilenkoAV@tstu.tver.ru

ЖУРАВЛЕВ Александр Михайлович – магистрант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: sashazhuravlev87@mail.ru

СОКОЛОВ Сергей Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: sokolov_project@mail.ru

About the authors:

BARKAYA Temur Raufovich – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: btrs@list.ru

GAVRILENKO Alexey Vladimirovich – Senior Lecturer of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: GavrilenkoAV@tstu.tver.ru

ZHURAVLEV Alexander Mikhailovich – Master's Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: sashazhuravlev87@mail.ru

SOKOLOV Sergey Aleksandrovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: sokolov_project@mail.ru