УДК 624.012.35

В.П. БЛАЖКО, канд. техн. наук (ihtias46@mail.ru)

Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона – НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, АО «НИЦ «Строительство» (109428, г. Москва, 2-я Институтская ул., 6)

Каркас сборный пространственный со стыками на винтовых муфтах

Описаны общие характеристики конструктивной системы полносборного каркаса из «Н»-элементов. «Н»-элемент – это рама из двух стоек, каждая высотой на один этаж, соединенных монолитно с ригелем. Из этих элементов собираются конструктивные ячейки с продольным, поперечным или перекрестным расположением несущих рам. Стыки стоек с ригелями жесткие и располагаются посредине высоты этажа. Общая пространственная устойчивость каркаса обеспечивается за счет компоновки рамных элементов, а также применения различного рода связей. Плиты перекрытий сборные. Стыки стоек рам сборно-монолитные с применением комбинированных муфт. Соединения «Н»-элементов – на стяжках с применением тяжей из гладкой арматуры или винтового арматурного проката.

Ключевые слова: *железобетон, индустриальное производство, каркас здания, рамы.*

Для цитирования: Блажко В.П. Каркас сборный пространственный со стыками на винтовых муфтах // *Бетон и железобетон*. 2021. № 4 (606). С. 14–19.

V.P. BLAZHKO, Candidate of Sciences (Engineering) (ihtias46@mail.ru),
Research, Design and Technological institute of Concrete and Reinforced Concrete – NIIZHB named after A.A. Gvozdev
JSC "Research Center "Stroitel'stvo", Laboratory No. 2 (6, build. 5, 2-nd Institutskaya Street, Moscow, 109428, Russian Federation)

The Frame Prefabricated Spatial with Joints on Screw Couplings

The general characteristics of the structural system of a fully assembled frame made of "H"elements are described. The "H" element is a frame of two racks, each one floor high, connected monolithically with a crossbar. Structural cells with a longitudinal, transverse or cross arrangement of bearing frames are assembled from these elements. The joints of the racks with crossbars are rigid and are located in the middle of the floor height. The overall spatial stability of the frame is provided by the arrangement of frame elements, as well as the use of various kinds of connections. Floor slabs are prefabricated. The joints of the frame racks are prefabricated-monolithic with the use of combined couplings. Connections of "H" elements on screeds with the use of strands made of smooth reinforcement or screw reinforcement rolled products.

Keywords: reinforced concrete, industrial production, building frame, frames.

For citation: Blazhko V.P. The frame prefabricated spatial with joints on screw couplings. *Beton i Zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete]. 2021. No. 4 (606), pp. 14–19. (In Russian).

В настоящее время в строительстве многоэтажных домов из железобетона на основе каркасной конструктивной схемы строятся здания в сборном, монолитном и сборно-монолитном исполнении. Каркасные конструктивные системы в монолитном исполнении имеют преимущества по сравнению со сборными и сборно-монолитными: это устойчивость системы при ЧС воздействиях, гибкость планировочных решений, сейсмостойкость. Каркасы из сборных элементов уступают по степени защиты от ЧС каркасам в монолитном исполнении, но сборные каркасные здания быстрее возводятся, на их возведение в меньшей степени влияют погодные условия [1–8].

В настоящее время каркас здания из железобетонных элементов комплектуется из колонн, ригелей, плит перекрытий, диафрагм жесткости, связевых плит. Узлы соединения колонн с ригелями в большинстве конструктивных систем не предназначены для передачи изгибающих моментов. Пространственная устойчивость каркаса обеспечивается за счет диафрагм жесткости, или связей. Известна конструктивная система, состоящая из рам Н-образной формы, состоящей из двух стоек и ригеля, монолитно связанного со стойками [9–11], в которой Н-рамы стыкуются друг с другом в одной плоскости, а стык стоек расположен посредине высоты этажа.

Известны конструктивные схемы, в которых применяются «Н»-элементы UHBS SYSTEM, Италия. Стык стоек располагается посредине высоты этажа. Данная система была запатентована в РФ [10].

В этой системе Н-образные несущие элементы располагаются через пролет, а в промежутки на консольные выступы из «Н»-элементов устанавливаются ригели. При такой компоновке каркасная система

UHBS SYSTEM по уровню защищенности от ЧС воздействий мало чем отличается от применяемых в РФ. Значительно повысить устойчивость системы можно, если принять иную компоновку «Н»-элементов, отличающуюся от предлагаемых в [10, 11]. На рис. 1–2 показаны фрагменты конструкции, в которой «Н»-элементы компонуются таким образом, что образуют перекрестно пространственную систему. При такой компоновке несущих элементов нагрузка от плит перекрытий распределяется на обе стойки рамы поровну. Данная компоновка обеспечивает резервирование несущих элементов путем их дублирования. За счет пространственного расположения стоек и их объединения между собой винтовыми стяжками, а также общими омоноличенными стыками в местах соединения стоек рам смежных этажей повышается устойчивость конструкции при выключении в случае ЧС стоек в месте примыкания рам.

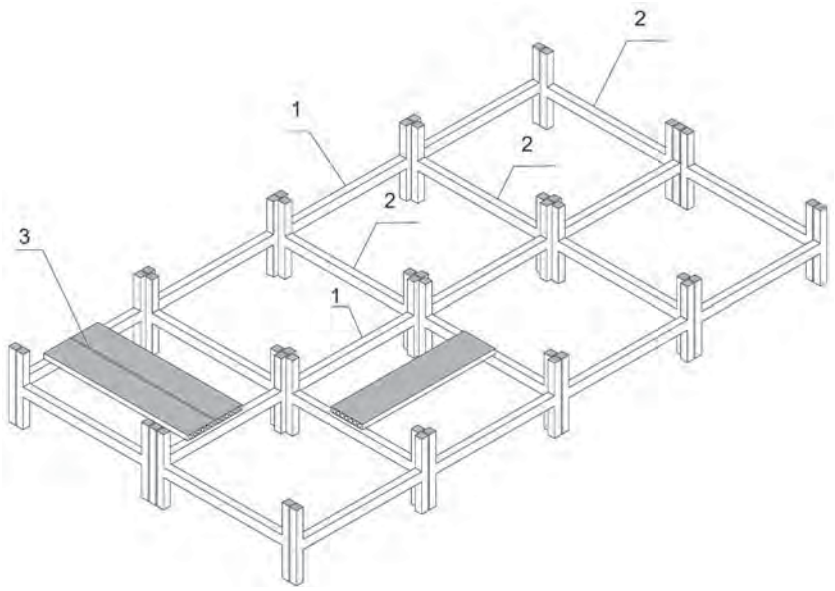

Рис. 1. *Расположение Н-рам, образующих каркас: 1 – рамы продольного направления; 2 – рамы поперечного направления; 3 – рамы перекрытия*
Fig. 1. *The location of the H-frames forming the frame: 1 – frames of the longitudinal direction; 2 – frames of the transverse direction; 3 – overlap frames*

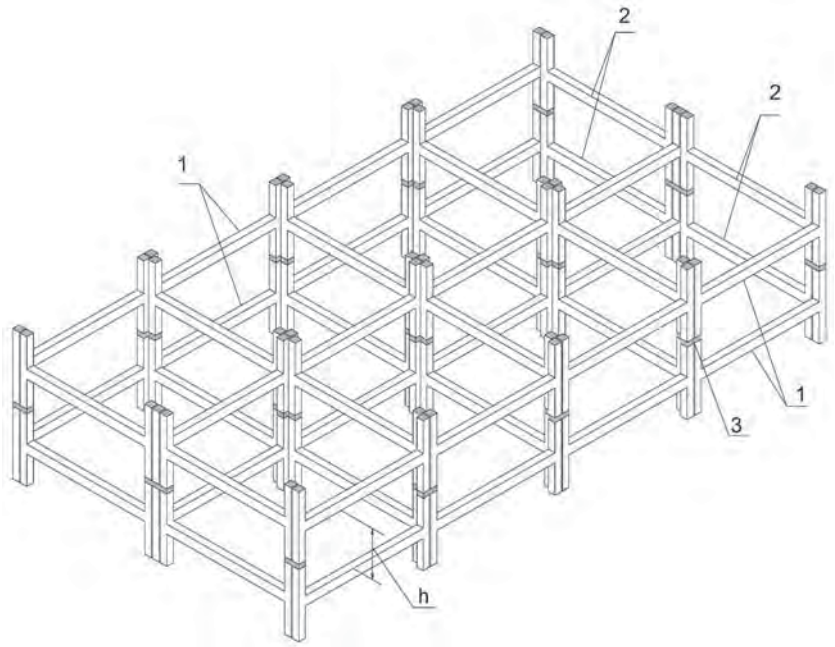

Рис. 2. *Схема одного этажа каркаса: 1 – рамы продольного направления; 2 – рамы поперечного направления; 3 – бетон омоноличивания; h – высота этажа*
Fig. 2. *The scheme of one floor of the frame: 1 – frames of the longitudinal direction; 2 – frames of the transverse direction; 3 – grouting concrete; h – the height of the floor*

«Н»-элементы (рис. 3) могут отличаться величиной межосевого расстояния между стойками, а также сечением колонн и ригелей. Из таких элементов можно формировать различные конструктивные схемы, отличающиеся друг от друга по взаимному расположению «Н»-элементов (рис. 4). В состав каркаса можно вводить элементы в виде стеновых панелей для формирования лестнично-лифтового узла. «Н»-элементы в системе подразделяются на два основных вида: несущие и связевые. Несущие «Н»-элементы предназначены для опирания на них плит перекрытий. Связевые «Н»-элементы служат для придания каркасу пространственной устойчивости. По типам применяемых плит перекрытий в контексте данной системы могут рассматриваться плиты балочного опирания, а также плиты с опиранием по трем сторонам. Применяться могут плиты как сплошного сечения, так и многопустотные. В зависимости от вида применяемых плит при одних и тех же межосевых габаритах появляются марки «Н»-элементов, отличающиеся друг от друга привязкой по высоте ригелей и их сечениями. В зависимости от расположения несущих «Н»-элементов плиты перекрытий могут располагаться как в поперечном, продольном направлениях, так и в их сочетаниях. Это иногда вызвано различной ориентацией вентиляционных проемов. «Н»-элементы способны воспринимать расчетные изгибающие моменты, возникающие при эксплуатации здания, поэтому в определенных случаях, при небольших горизонтальных нагрузках на здание, можно обойтись без диафрагм жесткости. В необхо-

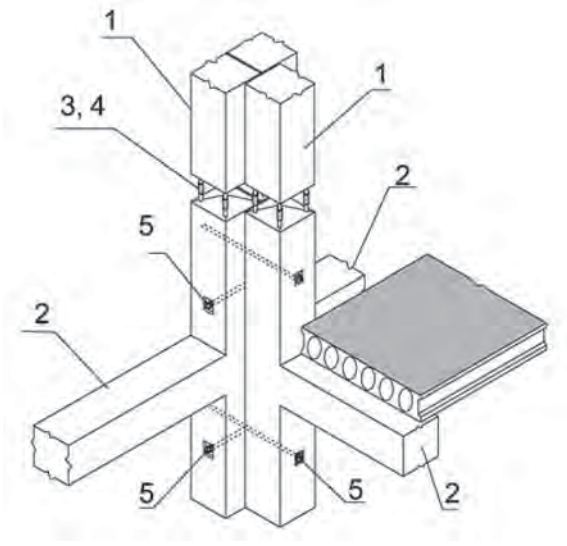

Рис. 3. *Стык трех рам: 1 – стойка рамы; 2 – ригель рамы; 3 – выпуски винтовой арматуры; 4 – соединительные муфты; 5 – тяжи, пропущенные сквозь отверстия в стойках рамы*

Fig. 3. *The joint of three frames: 1 – the frame rack; 2 – the frame crossbar; 3 – the protruding screw couplings; 4 – connecting couplings; 5 – strands passed through the holes in the frame racks*

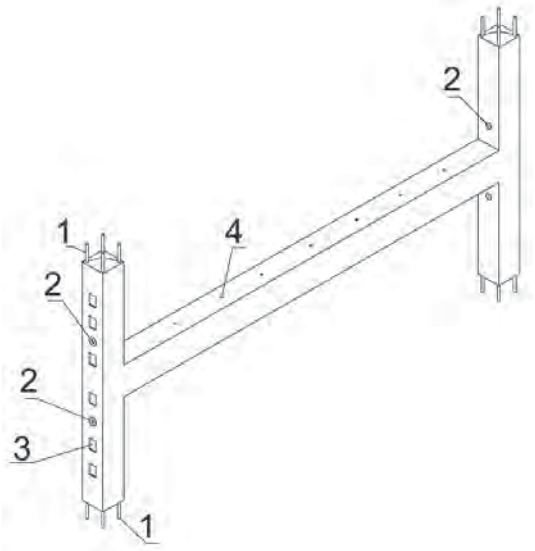

Рис. 4. *Схема Н-рамы: 1 – выпуск винтовой арматуры; 2 – отверстия в стойках рамы для установки стяжных элементов; 3 – шпонки; 4 – гнезда для забивки нагелей*

Fig. 4. *The scheme of the H-frame: 1– protruding screw reinforcement; 2 – holes in the frame racks for installing tie elements; 3 – dowels; 4 – sockets for hammering nagels*

димых случаях, когда несущей способности узлов соединения ригелей со стойками недостаточно, в конструктивную схему могут вводиться диафрагмы жесткости. Последние могут быть выполнены в виде сборных железобетонных панелей, стальных диагональных связей либо путем закладки пространства между стойками и ригелями армированной кладкой (кирпич, газобетонные блоки). На рис. 5, 6 приведен пример компоновки «Н»-элементов для 12-этажного здания.

Если рассматривать описанную выше конструктивную систему с точки зрения возможностей гибкости планировки, то они шире, чем в известных панельных системах. По этому показателю система сопоставима с каркасом в монолитном исполнении.

С точки зрения устойчивости системы против прогрессирующего обрушения данная система обладает преимуществами по сравнению с каркасными системами из отдельных элементов (колонна + ригель), а также панельными зданиями. «Н»-элементы могут изготавливаться на горизонтальных столах со съемными бортами на магнитных фиксаторах, также могут использоваться поворотные столы или кассеты.

В рассматриваемой системе используется вертикальный стык стоек, в котором в качестве арматурных выпусков может использоваться арматура винтового профиля или арматура общего пользования А500С или А500СП с резьбой на концах выпусков. Для стыка выпусков рам предлагается использовать специальной конструкции комбинированные муфты, что позволит существенно сократить трудозатраты и стоимость вертикального стыка стоек по сравнению

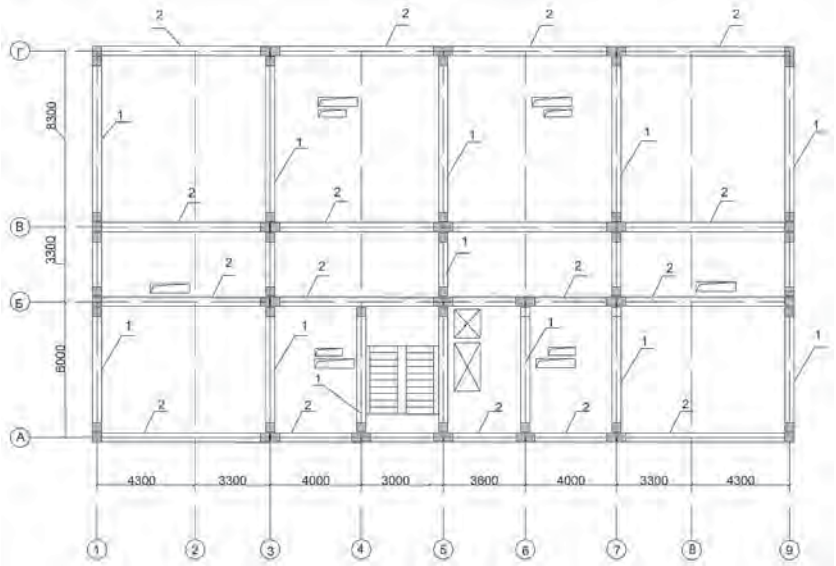

Рис. 5. *Расположение рам на примере реального здания: 1 – поперечные рамы; 2 – продольные рамы*

Fig. 5. *The location of the frames on the example of a real building: 1 – transverse frames; 2 – longitudinal frames*

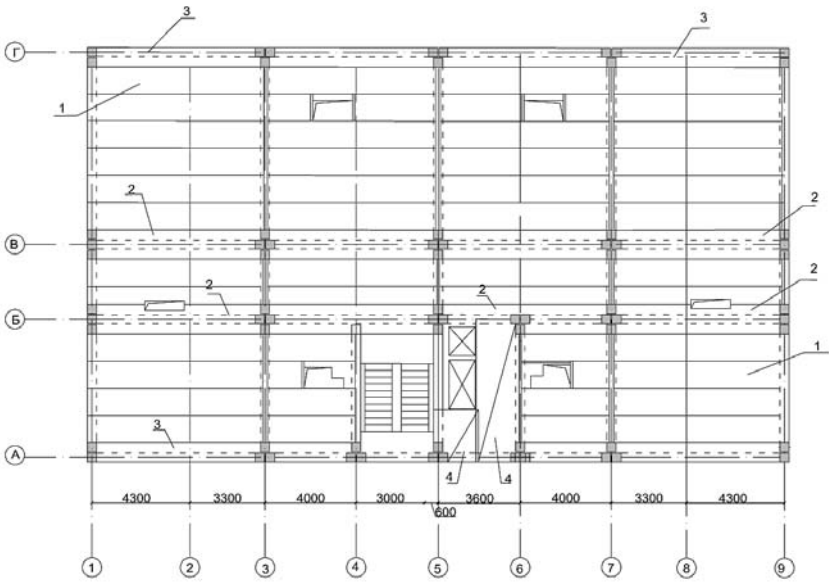

Рис. 6. *Расположение плит перекрытий и связевых плит: 1 – рядовые плиты перекрытий; 2, 3 – связевые плиты; 4 – плиты перекрытий лестнично-лифтового узла*
Fig. 6. *The location of floor slabs and bracing slabs: 1 – ordinary floor slabs; 2, 3 – bracing slabs; 4 – floor slabs of staircase and elevator section*

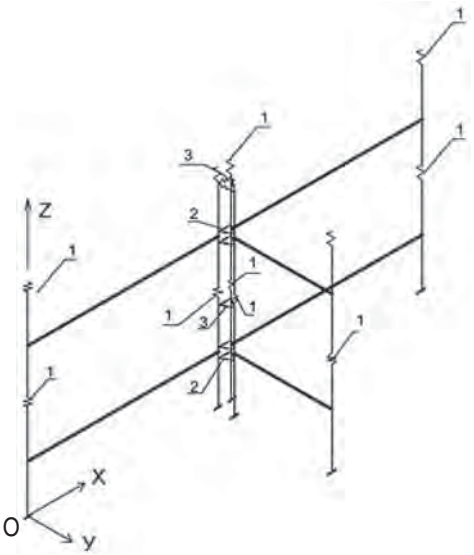

Рис. 7. *Фрагмент расчетной модели из трех рам: 1 – вертикальные связи в стыке стоек рам; 2 – связи в плоскости XOY в уровне ригелей; 3 – связи в плоскости XOY в уровне стыка стоек*
Fig. 7. *A fragment of the calculation model consisting of 3 frames: 1 – vertical connections at the junction of the frame racks; 2 – connections in the XOY plane at the level of the crossbars; 3 – connections in the XOY plane at the level of the joint of the racks*

Основные технико-экономические характеристики каркаса
The main technical and economic characteristics of the frame

Наименование	Показатели
Условия строительства	Обычные
Ветровой район	I
Снеговой район	III
Высота этажа, габариты здания в осях	3 м; 30,4×15,33 м
Общая площадь этажа без лестнично-лифтового узла	423 м^2
Шаг рам	6000×7600 мм
Сечения стоек рам	400×300; 250×250
Сечения ригелей	300×400(h); 250×300(h)
Класс бетона	B40–B30
Перекрытия	Сборные многопустотные плиты, связевые плиты
Расход бетона на 1 м^2 общей площади	0,2023 м^3
Расход стали на 1 м^2 общей площади	0,016 т
Количество рам на этаж	38 шт.
Количество плит перекрытий на этаж	56 шт.
Затраты труда на монтаж одного этажа	169 чел.-ч

со сварными стыками на накладках. У комбинированных муфт нижняя часть выполнена как винтовая, а верхняя половина – стаканного типа с фиксирующими винтами.

Стык стоек сборно-монолитный. Замоноличивание стыков стоек производится после установки всех Н-рам в пределах этажа. Опалубка устанавливается по периметру стоек сразу на узел, после чего производится бетонирование. В результате бетон связывает все стойки в уровне стыка в единое целое; по сути, составное сечение становится цельным.

Дополнительно «Н»-элементы объединяются между собой с помощью тяжей из винтовой арматуры и винтовых гаек. Также могут применяться тяжи из арматуры гладкого профиля с резьбой на концах. Зазоры между смежными плоскостями колонн заполняются раствором. На этих плоскостях для повышения сдвиговой способности жесткости стыка можно предусмотреть углубления.

В расчетном отношении данная пространственная конструкция представляет собой совокупность рамных элементов, соединенных горизонтальными связями, податливость которых принимается в зависимости от их конструктивного исполнения. Податливость перекрытий в своей плоскости учитывается в зависимости от конструктивного решения стыков перекрытий между собой и с ригелями. На рис. 7 приведен фрагмент расчетной схемы для трех рам.

Предлагаемая конструктивная система может с успехом применяться для строительства в сейсмоактивных районах. В этой системе можно строить детские сады, школы, здания медицинского назначения. Данная каркасная система содержит замкнутые силовые ячейки (стойка + стойка + ригель + ригель); заполнение этих ячеек армированной кладкой позволит увеличивать несущую способность сооружения на сдвиг, что важно для восприятия сдвиговых усилий, возникающих в момент сейсмических толчков. Нужно отметить, что для проектирования таких систем имеется нормативная база, изготавливать рамы можно на существующих заводах КПД.

Важно также, что соединения элементов осуществляются без применения сварки. Транспортировка «Н»-элементов может осуществляться панелевозами или на железнодорожных платформах. Вес «Н»-элемента при его длине 7,6 м и высоте 3 м не превышает 4 т. Для оценки конструктивной системы был выполнен расчет 17-этажного каркаса. В таблице приведены основные технико-экономические характеристики каркаса.

Выводы

Резюмируя, можно сказать, что каркасная система, построенная на базе «Н»-элементов, во многом лучше, чем известные каркасные и панельные системы. «Н»-система универсальна, имеет высокую степень заводской готовности, нетребовательна к климатическим условиям сборки. Производство многопустотных плит перекрытий для комплектации каркаса освоено во многих регионах страны.

Фасад здания может решаться путем заполнения каркаса блоками из газобетона с последующим устройством вентилируемого фасада либо из легких навесных панелей. Предлагаемая конструктивная система принципиально приспособлена к сложным условиям строительства, может с успехом применяться для быстрого восстановления жилого фонда, разрушенного в результате ЧС, или для компенсации выходящего из строя ветхого жилья.

Список литературы

1. Коршунов А.Н. Крупнопанельные дома нового поколения // *Жилищное строительство.* 2018. № 3. С. 44–46.
2. Казин А.С. Индустриальное домостроение: вчера, сегодня, завтра // *Жилищное строительство.* 2018. № 10. С. 22–26.
3. Клюева Н.В., Колчунов В.И., Рыпаков Д.А., Бухтиярова А.С. Жилые и общественные здания из железобетонных панельно-рамных элементов индустриального производства // *Жилищное строительство.* 2015. № 5. С. 69–72.
4. Коршунов А.Н. Проектная «Универсальная система крупнопанельного домостроения» для строительства в Москве. Панельные дома могут быть как социальным, так и элитным жильем // *Жилищное строительство.* 2017. № 5. С. 11–15.
5. Власов В.А., Клименов В.А., Овсянников С.Н., Околичный В.Н., Балдин И.В. Опыт применения муфтовых соединений в полносборной домостроительной системе КУПАСС // *Жилищное строительство.* 2017. № 10. С. 28–34.
6. Блажко В.П. Каркас сборный из Н-элементов для жилищного строительства // *Жилищное строительство.* 2019. № 10. С. 3–8. DOI: https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-10-3-8
7. Николаев С.В. Архитектурно-градостроительная система панельно-каркасного домостроения // *Жилищное строительство.* 2016. № 3. С. 15–25.
8. Овсяников С.Н., Семенюк П.Н., Овсянников А.Н., Околичный В.Н. Объемно-планировочные, кон-

References

1. Korshunov A.N. Large-panel houses of the new generation. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 3, pp. 44–46. (In Russian).
2. Kazin A.S. Industrial housing: yesterday, today, tomorrow. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 10, pp. 22–26. (In Russian).
3. Klyueva N.V., Kolchunov V.I., Rypakov D.A., Bukhtiyarova A.S. Residential and public buildings of reinforced concrete panel-frame elements of industrial production. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2015. No. 5, pp. 69–72. (In Russian)
4. Korshunov A.N. Project «Universal system of coarse-panel housing construction» for construction in Moscow. Panel houses can be both social and elite housing. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 5, pp. 11–15. (In Russian).
5. Vlasov V.A., Klimenov V.A., Ovsyannikov S.N., Okolichny V.N., Baldin I.V. Experience of using coupling joints in the full-assembly house-building system KUPASS. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 10, pp. 28–34. (In Russian).
6. Blazhko V.P. Prefabricated frame of H-elements for housing construction. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2019. No. 10, pp. 3–8. (In Russian). DOI: https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-10-3-8
7. Nikolaev S.V. Architectural and town planning system panel-frame house building. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2016. No. 3, pp. 15–25. (In Russian).

структивные и инженерные решения каркасной универсальной полносборной архитектурно-строительной системы // *Жилищное строительство.* 2017. № 6. С. 11–19.
9. Патент РФ 2479702. *Многоэтажный панельный дом повышенной стойкости к ударным и сейсмическим воздействиям* / Блажко В.П., Харитонова Г.В. Заявл. 16.11.2011. Опубл. 20.04.2013. Бюл. № 11.
10. Патент ИЗ РФ 2585330. *Универсальная домостроительная система* / Худяков С.А., Айсверт Р.В., Сальваторе Порто (IT), Дмитрусенко М.С. Заявл. 30.09.2014. Опубл. 27.05.2016. Бюл. № 11.
11. Патент ПМ РФ 62622. *Сборная железобетонная каркасная конструкция многоэтажного здания, рамная конструкция каркаса, элемент перекрытия* / Шапиро А.В., Волков А.Ю., Козицкий Б.Ф. Заявл. 19.07.2005. Опубл. 27.04.2007. Бюл. № 12.
12. Савин С.Ю., Федорова Н.В., Емельянов С.Г. Анализ живучести сборно-монолитных каркасов многоэтажных зданий из железобетонных панельно-рамных элементов при аварийных воздействиях, вызванных потерей устойчивости одной из колонн // *Жилищное строительство.* 2018. № 12. С. 3–7.
8. Osyannikov S.N., Semenyuk P.N., Ovsyannikov A.N., Okolichny V.N. Volume planning, constructive and engineering solutions of the frame universal a full-assembly architectural and construction system. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2017. No. 6, pp. 11–19. (In Russian).
9. Patent RF 2479702. *Multi-storey panel house of high resistance to shock and seismic effects* / Blazhko V.P., Kharitonova G.V. Declared 16.11.2011. Published 20.04.2013. Bulletin No. 11. (In Russian).
10. Patent IZ RF 258 5330 *Universal house-building system.* Khudyakov S.A., Aisvert R.V., Salvatore Porto (IT), Dmitrusenko M.S. Declared 30.09.2014. Published 20.04.2016. Bulletin No. 11. (In Russian).
11. Patent PM RF 62622 *Prefabricated reinforced concrete frame construction of a multistory building, frame construction of a frame, elament overlap.* Volkov A.Y., Kozitsky B.F. Declared 19.07.2005. Published 27.04.2007. Bulletin No. 12. (In Russian).
12. Savin S.Y., Fedorov N.V., Yemelyanov S.G. Analysis of the survivability of precast-monolithic frames of multi-storey buildings from reinforced concrete panel-frame elements under accidental effects caused by the loss of stability of one of the columns . *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* [Housing Construction]. 2018. No. 12, pp. 3–7. (In Russian).

Министерство строительства РС (Я)
Якутский государственный проектный, научно-исследовательский институт строительства
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова

Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве
Научно-исследовательский центр «Строительство»
Научно-исследовательский институт строительной физики РААСН

VI Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 85-летию создания строительного комплекса Якутии

«Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережение»

5–6 октября 2021 г. г. Якутск, Россия

Организатор: Инженерно-технический институт СВФУ им. М.К. Аммосова

НАПРАВЛЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений
- Энергоэффективное строительство
- Эффективные строительные материалы и технологии
- Архитектура и градостроительство
- Совершенствование систем инженерного обеспечения зданий и сооружений
- Экспертиза и управление недвижимостью
- Подготовка кадров для строительной отрасли
- Актуальные вопросы строительной отрасли в экстремальных условиях Арктики и Субарктики

Языки конференции: русский. Форма конференции: заочная. По итогам конференции будет опубликован электронный сборник научных трудов с присвоением ему ISBN, УДК, ББК и размещением в базе данных РИНЦ

Оргкомитет:

Корнилов Т.А. – директор Инженерно-технического института Северо-Восточного федерального университета, д-р техн. наук, доцент (председатель)
Матвеева О.И. – генеральный директор ОАО «Якутский проектный научно-исследовательский институт строительства», канд. техн. наук, доцент
Местников А.Е. – зав. кафедрой производства строительных материалов, изделий и конструкций СВФУ, д-р техн. наук, профессор
Посельский Ф.Ф. – зав. кафедрой промышленного и гражданского строительства СВФУ, канд. техн. наук, доцент
Иванов В.Н. – зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции СВФУ, канд. техн. наук, доцент
Федорова Г.Д. – доцент кафедры промышленного и гражданского строительства СВФУ, канд. техн. наук, доцент
Архангельская Е.А. – зав. кафедрой экспертизы и кадастра недвижимости СВФУ, канд. техн. наук, доцент
Юмашева Е.И. – главный редактор издательства «Стройматериалы» (научно-технические журналы «Строительные материалы», «Жилищное строительство», «Бетон и железобетон»)

Почтовый адрес: 677000, г. Якутск, ул. Белинского, 58, СВФУ, Инженерно-технический институт
Телефон: 8-984-114-88-30 **E-mail:** orgkomitet-iti@ya.ru
Ответственный секретарь: **Попов Александр Леонидович**