

Рациональные параметры зерноскладов построечного изготовления для фермерских хозяйств

А.А. Блажнов^{1✉}, И.В. Алибекова²

^{1,2}Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, Орёл, Россия

Аннотация. Выращивание зерновых и масличных культур относится к наиболее перспективным направлениям деятельности фермерских хозяйств в связи с экспортными возможностями реализации продукции. При отсутствии складских помещений хозяйством теряется часть прибыли вследствие невозможности реализации продукции в экономически целесообразные сроки. Заводы-изготовители предлагают фермерам различные варианты быстровозводимых зерноскладов с металлическими несущими и ограждающими конструкциями стоимостью до 24 тыс. руб. за квадратный метр здания. Хозяйственный способ строительства таких сооружений, с каркасом из прокатных профилей с соединением элементов на сварке и ограждающими конструкциями из профилированных листов, позволит существенно уменьшить единовременные затраты. Цель исследования предусматривала аналитическое обоснование экономических строительных параметров зерноскладов построечного изготовления. Рассмотрены предлагаемые заводами-изготовителями конструктивные схемы складских сооружений со стальными рамными и стоечно-балочными каркасами и обоснован наиболее рациональный вариант с минимальным расходом стали на несущий остов здания. С учетом положений строительных норм по проектированию складов для хранения зерна, была предложена зависимость для определения оптимальных объемно-планировочных параметров здания в зависимости от его площади и угла наклона ската кровли. Была выведена зависимость расхода стали на прогоны покрытия в функции нагрузки и шага рам каркаса. Показана возможная экономия затрат на каркас зерносклада построечного изготовления по отношению к аналогичным сооружениям заводской поставки: по расчетам единовременные затраты должны сократиться в три раза.

Ключевые слова: зерносклад, экономические объемно-планировочные параметры, стальной каркас, рациональный тип каркаса

Для цитирования: Блажнов А.А., Алибекова И.В. Рациональные параметры зерноскладов построечного изготовления для фермерских хозяйств // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2026. Т. 16. № 2. С. 307–314. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2026-2-307-314>. EDN: OPGLYB.

Original article

Rational parameters of grain warehouses of building manufacture for farms

Alexander A. Blazhnov^{1✉}, Irina V. Alibekova²

^{1,2}Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Oryol, Russia

Abstract. The cultivation of cereals and oilseeds is one of the most promising areas of activity of farms in connection with the export opportunities for the sale of products. In the absence of storage facilities, the farm loses part of the profit due to the inability to sell products within an economically feasible time frame. Manufacturing plants offer farmers various options for prefabricated grain warehouses with metal load-bearing and enclosing structures costing up to 24 thousand rubles per square meter of the building. The economic method of building such structures, with a frame made of rolled profiles with welding elements and enclosing structures made of profiled sheets, will significantly reduce one-time costs. The purpose of the study provided an analytical substantiation of economical construction parameters of grain

warehouses of building manufacture. The design schemes of warehouse structures with steel frame and rack-and-beam frames proposed by manufacturers are considered and the most rational option with minimal consumption of steel on the supporting frame of the building is substantiated. Taking into account the provisions of building regulations for the design of grain storage warehouses, a dependence was proposed to determine the optimal spatial planning parameters of a building depending on its area and the angle of inclination of the roof slope. The dependence of the steel consumption on the purlins of the coating as a function of the load and the pitch of the frame frames was derived. The possible cost savings on the frame of a grain warehouse of building manufacture in relation to similar structures of factory supply are shown: according to calculations, the unit costs should be reduced by three times.

Keywords: grain warehouse, economical space-planning parameters, steel frame, rational frame type

For citation: Blazhnov A.A., Alibekova I.V. Rational parameters of grain warehouses of building manufacture for farms. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2026;16(2):307-314. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2026-2-307-314>. EDN: OPGLYB.

ВВЕДЕНИЕ

Малыми формами хозяйствования выращивается около одной трети зерна в стране [1]. В связи с недостатком складских площадей для длительного хранения зерна большинство средних и мелких хозяйств, не дожидаясь пика цен, вынуждено продавать часть убранного урожая по низкой стоимости, что снижает рентабельность производства [2]. Для зерноводческих хозяйств рынком предлагаются различные виды зерноскладов из легких стальных конструкций (ЛСТК): двускатные ангары со стоечно-балочным или рамным каркасом, каркасные и бескаркасные ангары с арочной формой

покрытия, тентовые конструкции (рис. 1). Примерная стоимость складских сооружений из ЛСТК «под ключ» по информационным данным составляет от 7,5 до 8,5 тыс. руб/м² [3–5], при использовании в ограждающих конструкциях сэндвич-панелей – до 24,5 тыс. руб/м² [6]. Стоимость стального каркаса зерносклада, стен и покрытия из сэндвич-панелей составляет около 70 % в общей стоимости строительства [6–11], при выполнении ограждающих конструкций из профилированных листов – 60 %. Значительные затраты на указанные конструктивные элементы зернохранилища обуславливают целесообразность их минимизации.



a



b



c

Рис. 1. Внутренний вид зерноскладов из легких стальных конструкций:

a – с рамным каркасом; b, c – со стоечно-балочным каркасом

Fig. 1. Interior view of grain storage facilities made of light steel structures:

a – with a frame structure; b, c – with a post-and-beam structure

МЕТОДЫ

Цель исследования предусматривала аналитическое обоснование экономических строительных параметров зерноскладов построечного изготовления с каркасной конструктивной схемой.

Зерносклады с арочной формой покрытия, требующие заводской поставки арок, не рассматривались. Метод исследования – аналитический.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В соответствии с СП 108.13330.2012 «Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна» здания зерноскладов должны проектироваться одноэтажными, прямоугольной формы в плане, с пролетами 6 и 12 м, без световых проемов, с высотой помещений у стен 3,6 м. При постоянной площади склада (S) изменение его планировочных параметров будет влиять на площадь ограждающих

конструкций (А), которая в общем виде равна (рис. 2).

$$A = 2h \left(L + \frac{S}{L} \right) + \frac{L^2 \operatorname{tg} \alpha}{2} + S \cdot \cos \alpha, \quad (1)$$

где L – ширина здания; h – высота помещения равная 3,6 м; α – угол наклона ската кровли (при использовании стального профилированного настила минимально равный 12°).

После дифференцирования и преобразований было получено кубическое уравнение,

решением которого определяется ширина здания (L), соответствующая минимуму площади ограждения

$$\frac{dA}{dL} = 2h - \frac{2Sh}{L^2} + L \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$L^3 \operatorname{tg} \alpha + 7,2(L^2 - S) = 0 \quad (2)$$

Приведенные на рис. 2 графики показывают, что минимум площади ограждения зависит не только от ширины здания, но и от угла наклона ската кровли.

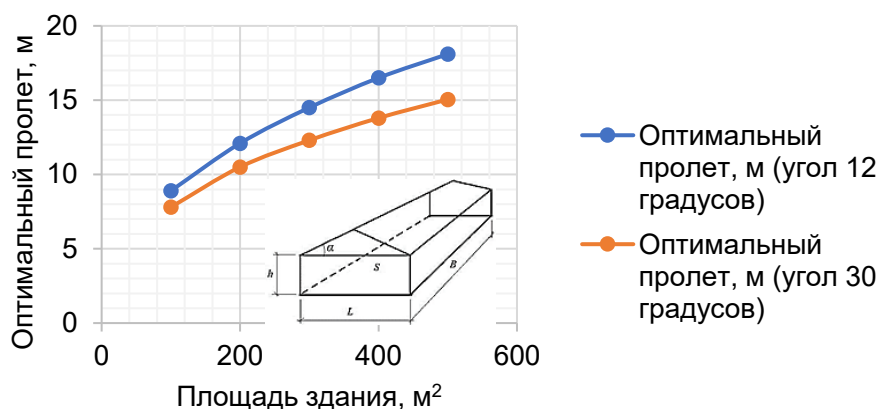


Рис. 2. Изменение оптимальной ширины зерносклада в зависимости от площади застройки и наклона ската кровли (угол наклона ската кровли $\alpha = 12^\circ$ и $\alpha = 30^\circ$)

Fig. 2. Changing the optimal width of a grain warehouse depending on the building area and the roof slope (roof slope angle $\alpha = 12^\circ$ and $\alpha = 30^\circ$)

Для зерноскладов с прямолинейными скатами покрытия распространено решение «холодных» ограждающих конструкций из стальных профилированных листов.

Монтаж кровельного профилированного настила осуществляется по прогонам из прокатных швеллеров. Была выведена зависимость для определения удельного расхода стали на прогоны, зависящая от нагрузки, шага

и пролета прогонов. Определяющим для расчета прогонов является второе предельное состояние.

Для прогонов из швеллеров по ГОСТ 8240–97 «Швеллеры стальные горячекатаные» связь между весом 1 пог. м ($G_{пр}$) и моментом инерции профиля (I) можно представить линейной функцией, коэффициент корреляции $r = 0,98$ (рис. 3).

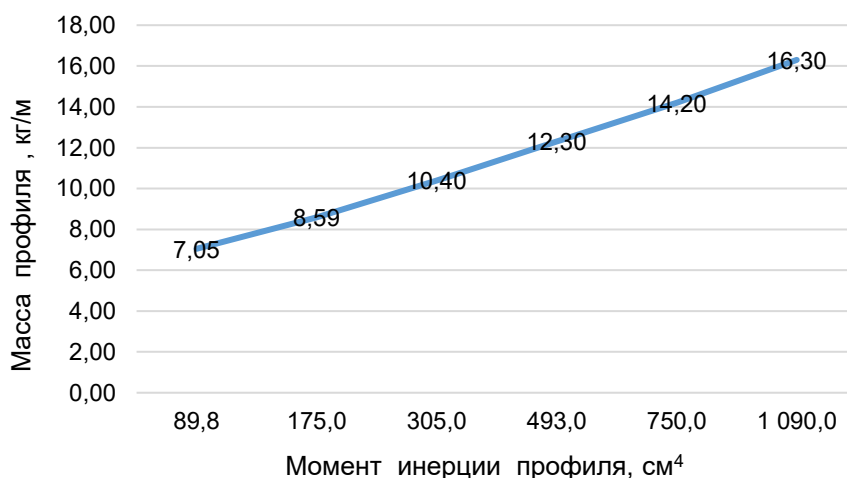


Рис. 3. Зависимость веса швеллера от момента инерции
Fig. 3. Dependence of the channel weight on the moment of inertia

$$G_{пр} = 6,70 + 0,00983I \text{ кг/м} \quad (3)$$

Предельный прогиб прогона (схема опирания принята однопролетной)

$$f = \frac{a}{150} = \frac{5q^H b a^4 \cos^2 \alpha}{384 \cdot EI}, \quad (4)$$

где a – пролет прогона, м; q^H – нормативное значение нагрузки на покрытие, кгс/м²; b – расстояние между прогонами, м; α – угол наклона кровли здания, принятый минимально равным 12°; E – модуль упругости стали (2,1×10⁶ кгс/см²).

Выразим из уравнения прогиба (4) момент инерции и подставим полученное значение в зависимость (3)

$$I = \frac{q^H b a^3 \cos^2 \alpha}{107,53} \text{ см}^4 \quad (5)$$

$$G_{пр} = \frac{q^H b a^3 \cos^2 \alpha}{10941} + 6,70 \text{ кг/м} \quad (6)$$

Умножив (6) на 1/($b \cos \alpha$) для принятого уклона ската кровли $\alpha = 12^\circ$, получим расход стали на прогоны на 1м² площади зерносклада

$$G_{пр} = \frac{q^H a^3}{11187} + \frac{6,85}{b} \text{ кг/м}^2 \quad (7)$$

Увеличение фактического расхода стали на прогоны по отношению к теоретическому (7) можно учесть коэффициентом μ , предусматривающим перерасход металла при подборе их сечений по сортаменту и необходимость при-

менения менее нагруженных карнизных и коньковых прогонов такого же сечения, как и средних. Установлено, что значение коэффициента μ следует принять равным 1,6.

$$G_{пр} = \frac{q^H a^3 \mu}{11187} + \frac{6,85 \mu}{b} \quad (8)$$

Для определения рационального вида стального каркаса зерносклада устанавливался расход стали по четырем конструктивным схемам каркаса здания шириной 12 м (рис. 4), рекомендуемой СП 108.13330.2012 «Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна». Стойки и ригель рамы сплошного сечения (рис. 4а) предусматривались замкнутого сечения из свариваемых швеллеров, рама сквозного сечения (рис. 4б) предусмотрена с поясами из уголков и треугольной решеткой. Стойки рамы стоечно-балочной конструкции (рис. 4с) приняты из круглых труб, ригель – из двутавров типа Б с параллельными гранями полок, стойки рамы (рис. 4д) также предусмотрены из круглых труб, ригель – из прямоугольных труб. Кровельные прогоны во всех вариантах выполнялись из прокатных швеллеров по ГОСТ 8240–97. Показатели по каркасам устанавливались применительно к климатическим условиям центральных регионов: III снеговой и I–II ветровые районы. Для оценки влияния параметров каркаса на расход стали шаг рам варьировался от 3 до 6 м.

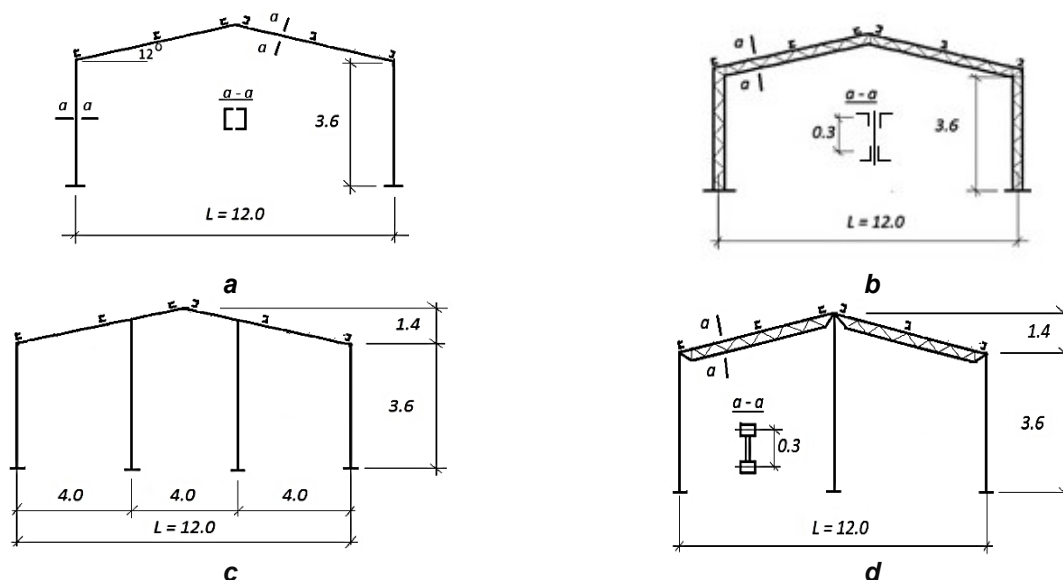


Рис. 4. Конструктивные схемы поперечных рам зерносклада: а – рама сплошного сечения из сдвоенных прокатных швеллеров; б – рама сквозного сечения с поясами из уголков; с – рама со стойками из круглых труб и ригелем из прокатных двутавров;

д – рама со стойками из круглых труб и сквозным ригелем из прямоугольных труб

Fig. 4. Structural diagrams of transverse frames of a grain warehouse: a – solid section frame made of double rolled channels; b – through section frame with chords made of angles; c – frame with uprights made of round pipes and a crossbar made of rolled I-beams; d – frame with uprights made of round pipes and a through crossbar made of rectangular pipes

Графики изменения расхода стали на однопролетные рамы приведены на рис. 5. Уравнения связи:

рама сплошного сечения

$$G_p = \frac{21,0}{a} + \frac{l}{a} + 7,0 \quad \text{кг/м}^2, \quad (9)$$

рама сквозного сечения

$$G_p^c = 9,20 + 0,4a \quad \text{кг/м}^2, \quad (10)$$

где a и l – соответственно шаг и пролет рамы.

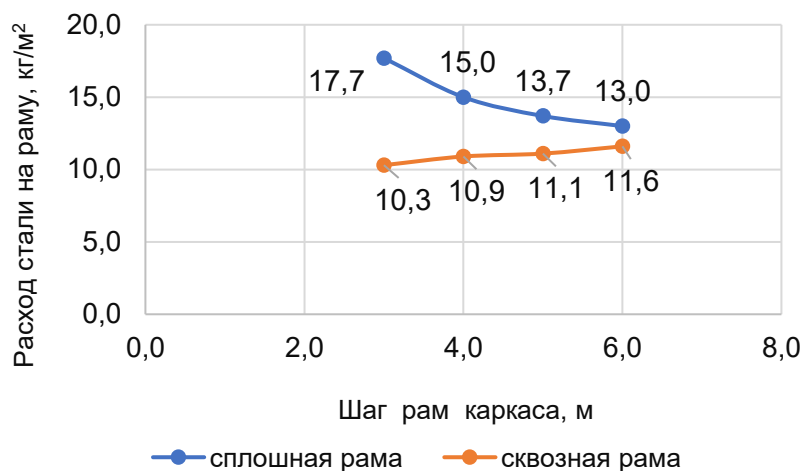


Рис. 5. Изменение расхода стали на раму каркаса сплошного сечения из швеллеров и сквозную раму в зависимости от шага рам

Fig. 5. Change in steel consumption for a solid section frame made of channels and a through frame depending on the frame pitch

Сложив выражения (8) и (9), (8) и (10), получим расход стали на 1м² каркаса здания с учетом веса прогонов:

для каркаса с рамами сплошного сечения

$$G_p = \frac{21,0}{a} + \frac{l}{a} + 7,0 + \frac{q^H a^3 \mu}{11187} + \frac{6,85 \mu}{b} \quad \text{кг/м}^2 \quad (11)$$

для каркаса с рамами сквозного сечения

$$G_p^c = 9,20 + 0,4a + \frac{q^H a^3 \mu}{11187} + \frac{6,85 \mu}{b} \quad \text{кг/м}^2 \quad (12)$$

После дифференцирования зависимости (11) и вычислений получим для каркаса со сплошными рамами оптимальное значение шага рам 4,8 м. При установленном оптимальном шаге сплошных рам их стойки и ригели должны состоять из сдвоенных швеллеров 2 []22П (масса рамы 820 кг, прогонов 369 кг, удельный расход стали на рамы и прогоны покрытия 19,8 кг/м²).

Функция удельного расхода стали на каркас здания (12) в принятом промежутке изменения шага рам непрерывно возрастает. Следовательно, минимальный расход стали соответствует шагу рам 3 м (расход стали на раму 369 кг, прогоны 155 кг, на 1 м² здания 14,6 кг).

Для стоечно-балочного варианта каркаса (рис. 4с) стойки трехпролетной рамы подбирались из круглых труб, ригель – из двутавров типа Б с параллельными гранями полок.

Для двухпролетной рамы (рис. 4d) стойки рам предусматривались из круглых труб, а

сквозной ригель – из квадратных труб. Изменение расхода стали на каркас здания с двух- и трехпролетными рамами приведено на рис. 6.

Так, для трехпролетной рамы (рис. 4с) рациональным является шаг стоек равный 5 м (стойки из труб 108х2,5, прогоны из швеллеров 14П, ригель – из двутавров 14Б1), для двухпролетной рамы со сквозным ригелем (рис. 4d) – 3 м.

Из всех рассмотренных вариантов каркаса зернохранилища конструктивная схема двухпролетной рамы характеризуется наименьшим расходом стали (стойки из труб 102х2,5, прогоны из швеллеров 10П, сквозные фермы с поясами из труб 40х3).

При несколько меньшем расходе стали трудоемкость изготовления каркаса с двухпролетными рамами будет выше, чем для каркаса с трехпролетными рамами.

Таким образом, для хозяйственного способа строительства зерносклада целесообразным является использование каркаса из прокатных профилей с шагом рам 5 м, расход стали 10,1 кг/м². При сложившемся уровне цен на стальные бесшовные горячедеформированные трубы около 130 тыс. руб/т, 110 тыс. руб/т на балочные двутавры, 60 тыс. руб/т на горячекатанные швеллеры [7–12] (вес прогонов составляет более 50 % массы каркаса), удельная стоимость элементов трехпролетного каркаса при расходе стали примерно 10

кг/м² не должна превышать 1500 руб/м² площади здания, что ниже стоимости элементов

каркаса заводской поставки, превышающей 6 тыс.руб/м².

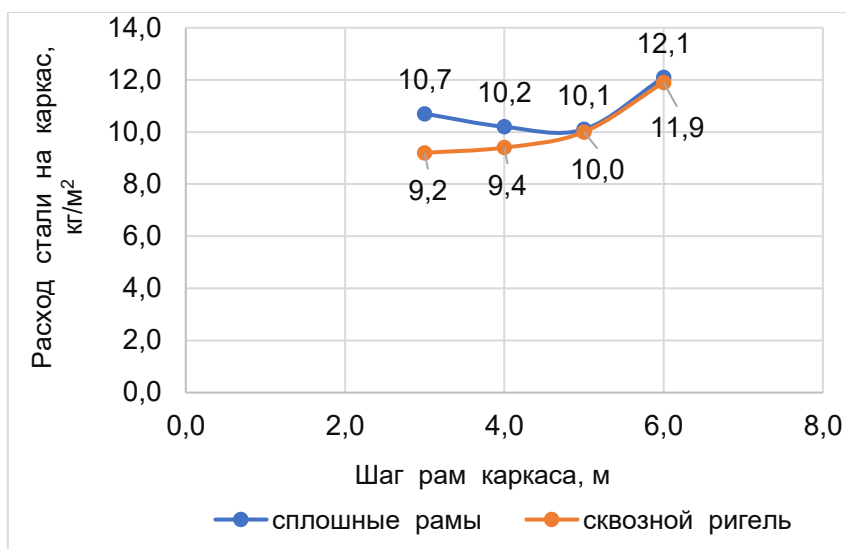


Рис. 6. Изменение расхода стали на каркас зерносклада с двухпролетными рамами с ригелем сквозного сечения и трехпролетными рамами сплошного сечения
Fig. 6. Change in steel consumption for the frame of a grain storage facility with two-span frames with a through-section beam and three-span frames of a solid section

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие выводы:

1. Показана возможность снижения стоимости строительства хозяйственным способом каркасного зерносклада посредством минимизации площади наружных ограждающих конструкций и выбора рациональной конструктивной схемы стального каркаса.

2. Выведена зависимость для определения расхода стали на прогоны покрытия и

рамный каркас здания со сплошными и сквозными рамами.

3. Признано, что при хозяйственном способе строительства каркас здания целесообразно предусматривать стоечно-балочной конструкции со стойками из труб и элементами ригеля из прокатных двутавров. Масса элементов каркаса изменяется от 24 до 65 кг.

4. При хозяйственном способе строительства возможно снижение затрат на каркас здания примерно в три раза по сравнению с заводской поставкой.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ангарова И. Актуальность строительства зернохранилищ // Дзен. Режим доступа: http://dzen.ru/a/ZEt32yg_tHJZPkEK (дата обращения: 11.11.2025).
2. Соколов А. Как выбрать ангар для сельского хозяйства: полное руководство по зернохранилищам и ангарам для техники // Фабрика Шатров. Режим доступа: <https://www.fabrika-shatrov.ru/stati/kak-vybrat-angar-dlja-selskogo-hozjajstva/?ysclid=mr4fo2rj11414721846> (дата обращения: 11.11.2025).
3. Полевая И. Напольное зернохранилище из металлоконструкций на базе конструктивной системы СТЕРК® // Андромета: здания для вашего бизнеса. https://andrometa.ru/business-buildings/selskoe-hozyajstvo/bystrovozvodimye-zernohranilishha/?ysclid=mr4fvu224c47580941&utm_referrer=https%3A%2F%2Fya.ru%2F (дата обращения 12.11.2025).
4. Ангарова И. Строительство зернохранилищ под ключ // Дзен. Режим доступа: http://dzen.ru/a/Y2ELvSHCNk8HJ_XN (дата обращения 12.11.2025).
5. Кулаков Д. Строительство быстровозводимых зернохранилищ // PK VESTA. Режим доступа: https://pkvesta.ru/buildings_catalog/selskoe_khozyaystvo/zernokhranilishcha/?ysclid=mr4g4oihmv395760480/ (дата обращения 13.11.2025).
6. Голиков А.В., Гаранжа И.М., Ильченко А.С., Фёдорова А.Р. Напряженно-деформированное состояние стальных прогонов при работе в составе конструкций покрытий каркасных зданий // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2024. № 6. С. 42–63. <https://doi.org/10.37153/2618-9283-2024-6-42-63>.

7. Голиков А.В., Веремеев Д.В. Области рациональной работы стальных прокатных балок, закреплённых от потери устойчивости // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2021. Т. 17. № 2. С. 175–187. <http://doi.org/10.22363/1815-5235-2021-17-2-175-187>.
8. Зернов В.В., Зайцев М.Б., Толстенкова И.И. Рациональное использование гнутосварных профилей в строительных конструкциях // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 1. С. 1–2.
9. Миронов А.Н., Игнатенко Д.Р., Игнатенко Р.И., Бутова А.П. Расчет узлов рамных конструкций из гнутых профилей // Металлические конструкции. 2025. Т. 31. № 2. С. 77–91. <https://doi.org/10.71536/mc.2025.v31n2.3>. EDN: KOOZYV.
10. Левченко В.Н., Машталер С.Н., Оленич Е.Н., Смирнова Н.С. Факторы, влияющие на эффективность применения строительных конструкций из различных материалов // Металлические конструкции. 2024. Т. 30. № 2. С. 47–57. <https://doi.org/10.71536/mc.2024.v30n2.1>. EDN: LXUCMX.
11. Великанов Н.Л., Наумов В.А., Корягин С.И. Анализ стоимостных характеристик стальных бесшовных труб // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2023. № 2. С. 87–91.

REFERENCES

1. Angarova I. The Relevance of the Construction of Grain Storage Facilities. *Dzen*. Available from: http://dzen.ru/a/ZEt32yg_tHJZPkEK [Accessed 11 November 2025]. (In Russ.).
2. Sokolov A. How to Choose an Agricultural Hangar: A Complete Guide to Grain Storage and Machinery Sheds. *Fabrika Shatrov*. Available from: <https://www.fabrika-shatrov.ru/stati/kak-vybrat-angar-dlja-selskogo-hozjajstva/?ysclid=mr4fo2rj11414721846> [Accessed 11 November 2025]. (In Russ.).
3. Poleyaya I. Flat-Storage Grain Facility Made of Metal Structures Based on the STERK® Structural System. *Andrometa: zdaniya dlya vashego biznesa*. Available from: https://andrometa.ru/business-buildings/selskoe-hozyajstvo/bystrovozvodimyezernohranilishha?ysclid=mr4fvu224c47580941&utm_refer=https%3A%2F%2Fya.ru%2F [Accessed 12 November 2025]. (In Russ.).
4. Angarova I. Turnkey Construction of Grain Storage Facilities. *Dzen*. Available from: http://dzen.ru/a/Y2ELvSHCNk8HJ_XN [Accessed 12 November 2025]. (In Russ.).
5. Kulakov D. Construction of Prefabricated Grain Storage Facilities. *PK VESTA*. Available from: https://pkvesta.ru/buildings_catalog/selskoekhozyaystvo/zernokhranilishcha/?ysclid=mr4g4oihmv395760480/ [Accessed 13 November 2025]. (In Russ.).
6. Golikov A.V., Garanzha I.M., Ilchenko A.S., Fedorova A.R. Stress-Strain State of Steel Purlins When Working As Part of Roof Structures of Frame Buildings. *Earthquake Engineering. Constructions Safety*. 2024;6:42-63. (In Russ.). <https://doi.org/10.37153/2618-9283-2024-6-42-63>.
7. Golikov A.V., Veremeev D.V. Areas of Rational Operation of Steel Rolling Beams Secured Against Curvatures. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2021;17(2):175-187. (In Russ.). <http://doi.org/10.22363/1815-5235-2021-17-2-175-187>.
8. Zernov V.V., Zaytsev M.B., Tolstenkova I.I. Rational Use Gotowanych Profiles in Building Constructions. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii*. 2014;1:1-2. (In Russ.).
9. Mironov A.N., Ignatenko D.R., Ignatenko R.I., Butova A.N. Calculation of Nodes of Frame Structures from Bent Profiles. *Metal Constructions*. 2025;31(2):77-91. (In Russ.). <https://doi.org/10.71536/mc.2025.v31n2.3>. EDN: KOOZYV.
10. Levchenko V.N., Mashtaler S.N., Olenich E.N., Smirnova N.S. Factors Affecting the Effectiveness of the Use of Building Structures Made of Various Materials. *Metal Constructions*. 2024;30(2):47-57. (In Russ.). <https://doi.org/10.71536/mc.2024.v30n2.1>. EDN: LXUCMX.
11. Velikanov N.L., Naumov V.A., Koryagin S.I. Cost Characteristics Analysis Seamless Steel Pipes. *Tekhniko-tehnologicheskie problemy servisa*. 2023;2:87-91. (In Russ.).

Информация об авторах

Блажнов Александр Александрович,
к.т.н., доцент,
доцент кафедры агропромышленного
и гражданского строительства,
Орловский государственный аграрный
университет им. Н.В. Парахина
302019, г. Орёл, ул. Генерала Родина, 69,
Россия,
✉e-mail: blazhnov47@mail.ru
Author ID: 275527

Information about the authors

Alexander A. Blazhnov,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Agro-Industrial and Civil Engineering,
Oryol State Agrarian University
named after N.V. Parakhin,
69 Generala Rodina St., Orel 302019,
Russia,
✉e-mail: blazhnov47@mail.ru
Author ID: 275527

Алибекова Ирина Владимировна,
к.т.н., доцент,
заведующая кафедрой агропромышленного
и гражданского строительства,
Орловский государственный аграрный
университет им. Н.В. Парахина,
302019, г. Орёл, ул. Генерала Родина, 69,
Россия,
e-mail: iraa15@yandex.ru
Author ID: 718207

Irina V. Alibekova,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Head of the Department of Agro-Industrial
and Civil Engineering,
Oryol State Agrarian University
named after N.V. Parakhin,
69 Generala Rodina St., Orel 302019,
Russia,
e-mail: iraa15@yandex.ru
Author ID: 718207

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад
в подготовку публикации.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта
интересов.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests
regarding the publication of this article.

Все авторы прочитали и одобрили
окончательный вариант рукописи.

The final manuscript has been read and approved
by all the co-authors.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 12.01.2026.
Одобрена после рецензирования 26.02.2026.
Принята к публикации 02.03.2026.

Information about the article

The article was submitted 12.01.2026.
Approved after reviewing 26.02.2026.
Accepted for publication 02.03.2026.