

УДК 631.234

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

РАЦИОНАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ АНГАРНЫХ ТЕПЛИЦ СО СТЕКЛЯННЫМ ОГРАЖДЕНИЕМ

Блажнов Александр Александрович
канд. техн. наук, доцент
SPIN-код: 2530-4598

Алибекова Ирина Владимировна
канд. техн. наук, доцент
SPIN-код: 8553-0297

Глухова Лилия Рамильевна
старший преподаватель
SPIN-код: 6030-3335
Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орёл, Россия

Каверзнева Татьяна Тимофеевна
канд. техн. наук, доцент
SPIN-код: 9801-3490
ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия.

Показана возможность снижения затрат на строительство теплицы круглогодичного использования при её возведении хозяйственным способом. Проведено сравнение вариантов стеклянного и поликарбонатного ограждения культивационного сооружения. Установлено, что стеклянное ограждение теплицы имеет экономическое преимущество перед поликарбонатным в связи с большей долговечностью и лучшей светопропускной способностью. Предложена конструктивная схема однопролётной зимней теплицы со сварным стальным каркасом построечного изготовления. Цель исследования предусматривала обосновать рациональные строительные параметры предложенного каркаса теплицы построечного изготовления и сравнить экономические показатели разработанного конструктивного решения теплицы со стеклянным ограждением и поликарбонатных теплиц заводской поставки. Получение результатов планировалось получить аналитическим методом. В результате исследования выведены зависимости для определения оптимальных расстояний между элементами каркаса теплицы, соответствующих минимуму расхода стали: шпросами, прогонами, поперечными рамами. Приведены примеры рациональных расстояний между элементами каркаса в зависимости от нагрузки. Установлено,

UDC 631.234

4.3.1. Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

RATIONAL CONSTRUCTION PARAMETERS OF HANGAR GREENHOUSES WITH GLASS FENCING

Blazhnov Alexander Alexandrovich
Cand.Tech.Sci., associate Professor
RSCI SPIN code: 2530-4598

Alibekova Irina Vladimirovna
Cand.Tech.Sci.
RSCI SPIN code: 8553-0297

Glukhova Liliya Ramilievna
senior teacher, SPIN code: 6030-3335
Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhina, Oryol, Russia

Kaverzneva Tatyana Timofeevna
Cand.Tech.Sci., Associate Professor
RSCI SPIN-code: 9801-3490
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia

The possibility of reducing the construction costs of a year-round greenhouse when erected in a commercial manner is shown. A comparison of glass and polycarbonate fencing options for a cultivation structure is conducted. It is established that a glass greenhouse fencing has an economic advantage over a polycarbonate one due to its greater durability and better light transmittance. A design scheme of a single-span winter greenhouse with a welded steel frame of a factory-made structure is proposed. The purpose of the study was to justify the rational construction parameters of the proposed frame of a factory-made greenhouse and to compare the economic indicators of the developed design solution for a greenhouse with a glass fence and factory-supplied polycarbonate greenhouses. It was planned to obtain the results using an analytical method. As a result of the study, dependencies were derived for determining the optimal distances between the elements of the greenhouse frame, corresponding to the minimum steel consumption: glazing bars, purlins, cross frames. Examples of rational distances between the frame elements depending on the load are given. It has been established that the cost of metal structures for a greenhouse frame manufactured at a construction site is approximately three times less than the cost of steel structures for a factory-supplied greenhouse

что стоимость металлоконструкций каркаса теплицы построечного изготовления примерно в три раза меньше стоимости стальных конструкций теплицы заводской поставки

Ключевые слова: АНГАРНАЯ ТЕПЛИЦА, СТЕКЛЯННОЕ ОГРАЖДЕНИЕ, СТАЛЬНОЙ КАРКАС, ПАРАМЕТРЫ КАРКАСА

Keywords: HANGAR GREENHOUSE, GLASS FENCING, STEEL FRAME, FRAME PARAMETERS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-211-065>

Введение. Использование теплиц в малых формах хозяйствования позволяет практически круглогодично выращивать сельскохозяйственную продукцию. Но заводская поставка и сборка промышленной теплицы требуют значительных затрат (не менее 5 тыс.руб/м² [1]), что обуславливает целесообразность строительства культивационного сооружения хозяйственным способом.

Для выращивания овощных и цветочных культур в центральных регионах страны, характеризующихся большими снеговыми нагрузками (нормативное значение веса снегового покрова на 1 м горизонтальной поверхности земли до 1,5 кН/м²), целесообразно использование ангарных (однопролётных) сооружений, с покрытия которых возможно самоудаление снежных осадков вследствие их подтаивания. Проведенные исследования также показали, что в ангарной теплице по сравнению с обычными блочными пропускание прямой солнечной радиации оказалось на 20% больше, а горизонтальное и вертикальное распределение температур в экспериментальной теплице было более равномерное. Вследствие этого урожайность в ангарной теплице была значительно выше. К таким выводам пришли исследователи из Австрии и ФРГ, рекомендовавшие оптимальные пролёты зимних ангарных теплиц 9 и 12м[2].

Светопрозрачное ограждение однопролётных теплиц предусматривается из листового стекла или сотовых поликарбонатных

листов, некоторые технико – экономические показатели которых приведены в табл.1.

Таблица 1 – Примерные технико – экономические показатели сотового поликарбоната и листового стекла

Наименование показателя	Сотовый поликарбонат, мм					Стекло листовое толщ. 4мм ГОСТ 111—2014
	4	6	8	10	16	
Светопропускание, %	83	82	82	80	76	88
Гарантийный срок службы, лет	5 - 15	5 - 14	7 - 14	5 - 14	до 14	Не менее 20 [3]
Примерная стоимость, руб/м2	230 - 440	400 - 680	540- 790	460 - 900	≈ 1440	440
Примечания: 1.Примерные стоимости сотового поликарбоната и листового стекла приведены для г.Орла [4-6]. 2. Срок службы листового стекла толщиной 4 мм, при правильной эксплуатации и отсутствии механических повреждений, может составлять десятки лет. Стекло является практически «вечным» материалом, если его не подвергать значительным физическим воздействиям[3]. 3.Меньшие стоимости сотовых поликарбонатных листов соответствуют их гарантийному сроку службы 5-7 лет.						

В однопролётных арочных теплицах в зависимости от сезонности её эксплуатации используется сотовый поликарбонат толщиной от 4 до 8мм [7-8]. При этом стоимость качественного сотового поликарбоната толщиной 4мм примерно соответствует стоимости листового стекла, а при толщинах 6-8мм превышает её (табл.1). В теплицах с плоскими кровельными скатами, подвергающихся механическим воздействиям осадков в виде снега и града и исходя из ограничения нормативного прогиба кровельных листов, потребуется ещё большая толщина сотового поликарбоната - 16 мм[9-10]. К недостаткам поликарбонатной кровли можно отнести: необходимость её периодической замены, так как долговечность защищённого от коррозии стального каркаса теплицы может достигать 50 лет, а гарантированный срок службы поликарбонатных

листов значительно меньше и может составить всего 3-4 года при некачественном изготовлении изделий [11]; снижение светопропускной способности листов, обуславливающее понижение урожайности овощных культур из-за разрушения УФ защитного слоя и ряда других факторов (уменьшение освещенности на 1% приводит к снижению выхода продукции также примерно на 1% [12]). Преимуществом поликарбонатного ограждения теплицы по отношению к однослойному ограждению из листового стекла является более высокое термическое сопротивление. Однако, применение разворачиваемого внутри сооружения шторного экрана позволяет снижать тепловые потери стеклянной теплицы в зависимости от типа ткани на 43-75% [13].

Светопрозрачное ограждение теплицы из листового стекла, на наш взгляд, с экономической точки зрения предпочтительнее поликарбонатного. Предлагаемая конструктивная схема сварного стального каркаса однопролётной теплицы со стеклянным ограждением приведена на рис.1. Строительство теплицы возможно хозяйственным способом, сокращающим единовременные затраты. Каркас теплицы выполняется из прокатных или гнутых профилей с соединением элементов на сварке. Фундаменты сооружения предусмотрены из буронабивных свай.

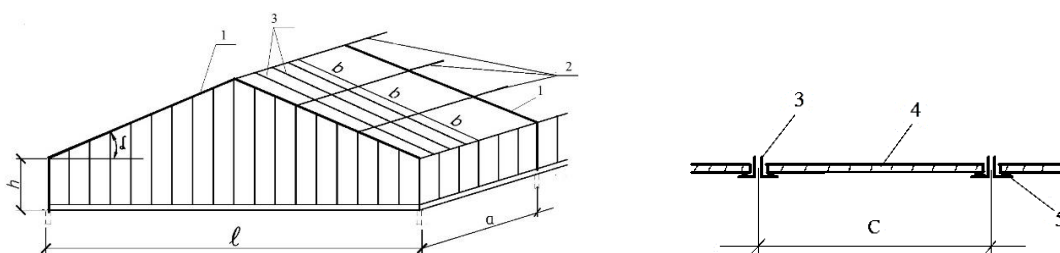


Рисунок 1 – Рамная конструктивная схема ангарной теплицы: 1- рама из прокатных или гнутых швеллеров; 2 – прогоны из прокатных или гнутых швеллеров; 3 – шпросы из уголков для опирания стекла, укладываемые по прогонам; 4 – стекло; 5 – герметик

Цель исследования на основании вышеизложенного предусматривала обосновать рациональные строительные параметры предложенного каркаса теплицы построечного изготовления и сравнить экономические показатели предложенного конструктивного решения теплицы со стеклянным ограждением и поликарбонатных теплиц заводской поставки. Получение результатов планировалось получить аналитическим методом.

Результаты исследования. Стекло в ограждении теплицы является несущей конструкцией, воспринимающей атмосферные нагрузки. Установлена зависимость толщины стекла (h) от влияющих на неё факторов, графически представленная на рис.2

$$h = 0,913c \sqrt{q_c^p} = 0,913c \sqrt{q_c^p \cdot \cos^2 \alpha} = 0,79c \sqrt{q} \text{ мм}, \quad (1)$$

$$\text{откуда} \quad c = \frac{1,27h}{\sqrt{q}} \quad (2)$$

где q_c^p - расчётная перпендикулярная плоскости ската равномерно распределённая нагрузка на стекло, кгс/м²; c - пролёт стекла, м, (расстояние между шпросами); q - вес снегового покрова на 1м² горизонтальной поверхности земли при проектировании зимних теплиц, регламентируемый нормами [14]; α - угол наклона ската теплиц, равный 30°.

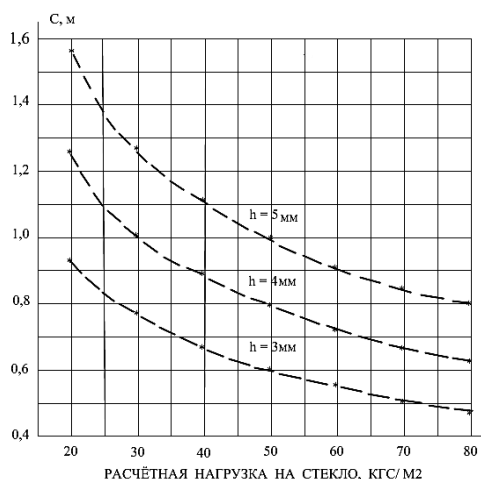


Рисунок 2 – Расстояние между шпросами в зависимости от толщины стекла и действующей на него нагрузки

При строительстве теплиц хозяйственным способом в качестве шпросов возможно применение стальных равнополочных или неравнополочных уголков по ГОСТ 8509-93 и ГОСТ 8510-86.

Для подбора сечений шпросов определяющим является второе предельное состояние, в соответствии с которым их относительный вертикальный прогиб, как для элементов остекления по нормам [15, табл.Л1], не должен превышать $1/200$ пролёта. Установим зависимость расхода стали на шпросы от влияющих на него факторов. Принятая расчётная схема шпроса приведена на рис.3.

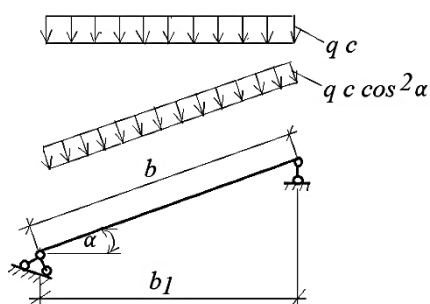


Рисунок 3 – Расчётная схема для шпросов теплицы

На рис.4 приведен график, показывающий корреляционную связь между весом шпроса из сдвоенных прокатных уголков и моментом инерции, аппроксимированную выражением (коэффициент корреляции $r = 0,91$)

$$G_{\text{шп}} = 0,209I + 1,81 \quad \text{кг} \quad (3)$$

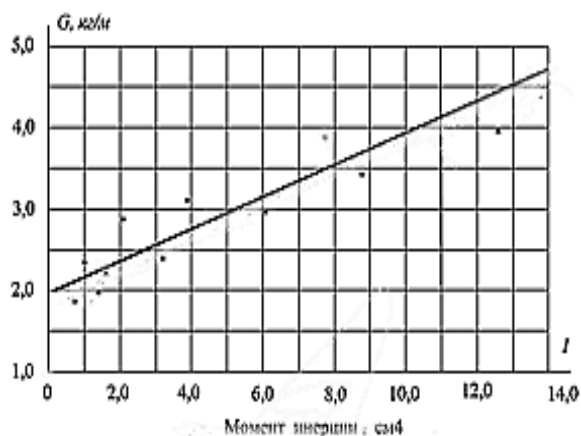


Рисунок 4 – Зависимость веса шпоров из прокатных уголков от момента инерции

Для принятой расчётной схемы прогиб шпроса

$$f = \frac{b}{200} = 5/384 \frac{q_{\text{ш}}^H c b^4 \cos^2 \alpha}{EI}$$

Подставив значение модуля упругости $E = 2,1 \cdot 10^6$ кгс/см² и решив уравнение относительно момента инерции, получим

$$I = \frac{q_{\text{ш}}^H c b^3 \cos^2 \alpha}{80,64} \text{ см}^4, \quad (4)$$

где $q_{\text{ш}}^H$ - нормативная равномерно распределённая нагрузка на шпросы, кгс/м²; c – расстояние между шпросами, м; b - шаг прогонов, м.

Подставив в (3) выражение (4) и поделив на расстояние между шпросами C , получим расход стали на 1 м² теплицы

$$G_{\text{ш}} = \frac{q_{\text{ш}}^H b^3 \cos \alpha}{385,8} + \frac{1,81}{c \cos \alpha} \text{ кг/м}^2 \quad (5)$$

При уклоне ската кровли теплицы $\alpha = 30^\circ$ зависимость (5) преобразуется к следующему виду

$$G_{\text{ш}} = \frac{q_{\text{ш}}^H b^3}{445} + \frac{2,08}{c} \text{ кг/м}^2 \quad (6)$$

Так как первая производная зависимости (6) отрицательна, а вторая положительна, то эта функция убывающая и, следовательно, с увеличением расстояния между шпросами расход стали на них будет уменьшаться. Шаг шпросов должен ограничиваться размерами стекла. Для остекления теплиц целесообразно применение стекла заводской нарезки стандартных размеров, позволяющее сократить отходы стекла по сравнению с нарезкой в построечных условиях. В центральных регионах России при расчётной снеговой нагрузке на поверхности земли до 30 кгс/м^2 достаточна (с небольшим запасом) толщина стекла 4мм (рис.2), что обеспечивает возможность использования стандартного стекла размерами 1605x750мм. При этом конструктивный размер между центрами шпросов из сдвоенных прокатных уголков составит 76 см.

В качестве прогонов теплиц могут быть использованы прокатные швеллеры с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240 – 97. Определяющим для расчёта прогонов является второе предельное состояние, предельный прогиб элемента не должен превышать $1/200$ расстояния между рамами каркаса теплицы. По аналогии с определением расхода стали на тепличные шпросы получено выражение для расхода стали на 1 м^2 площади теплицы на прогоны из прокатных швеллеров

$$G_{\Pi} = \frac{q_{\Pi}^H a^3}{9472} + \frac{7,73}{b} \quad \text{кг/м}^2, \quad (7)$$

где q_{Π}^H – нормативная равномерно распределённая нагрузка на прогоны, кгс/м^2 ; a – пролёт прогонов (расстояние между рамами каркаса теплицы), м; b – расстояние между прогонами, м.

Из зависимости (7) следует, что расход стали на прогоны должен увеличиваться с увеличением нагрузки и расстояния между рамами каркаса и уменьшаться с увеличением шага прогонов.

В качестве примера в табл.2 приведен расход стали на прогоны для расчётной нагрузки $q_{II} = 40$ кгс/м², нормативная нагрузка $q_{II}^H = 32$ кгс/м² (центральные регионы)

Таблица2 – Расход стали на прогоны теплицы из прокатных швеллеров, кг/м²

Шаг прогонов, м	Расход стали на прогоны при шаге рам каркаса теплицы, м			
	2,0	3,0	4,0	5,0
1,0	7,76	7,82	7,95	8,15
1,5	5,18	5,24	5,37	5,57
2,0	3,89	3,95	4,08	4,28
2,5	3,13	3,19	3,32	3,52

Рамы сварного каркаса теплицы построечного изготовления (рис.1) могут быть сплошными или сквозными. На сквозные рамы потребуется меньший расход металла, но существенно увеличится трудоёмкость изготовления. В связи с небольшими нагрузками на культивационное сооружение приняты сплошные рамы из прокатных швеллеров по ГОСТ 8240 – 97. Расход стали на рамы зависит от строительных параметров теплицы (пролёта, шага рам) и нагрузки, причём доминирующей является нагрузка от снега, а ветровая нагрузка увеличивает расход стали всего лишь до 2%. Аналитически установить закономерность расхода металла на рамы не представляется возможным. Такая зависимость для бесшарнирных рам из прокатных швеллеров получена множественной корреляцией по вышеуказанным трём параметрам при изменении пролёта теплицы в пределах 6-18м, шага рам – 2-6м и расчётной нагрузки на рамы 70 и 85 кгс/м²

$$G_p = -1,86 + 0,041q + 0,147L - 0,0008qL + \\ + \frac{6,0}{a} - \frac{0,0093q}{a} + \frac{0,451L}{a} + \frac{0,0007qL}{a} \quad \text{кг/м}^2,$$

(8)

где q – расчётная нагрузка на раму, кгс/м²; L – пролёт теплицы, м;
 a – расстояние между рамами каркаса (шаг рам), м.

В табл.3 приведен расход стали на бесшарнирные сплошные рамы каркаса теплицы из прокатных швеллеров.

Таблица 3 – Расход стали на рамы при различных значениях пролёта и шага рам, кг/м²

Пролёт рам, м	Расчётная нагрузка, кгс/м ²		Шаг рам, м				
	на покрытие	на раму	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
6,0	30	70	6,35	4,28	3,83	3,30	3,16
	40	85	6,42	4,62	4,22	3,79	3,37
9,0	30	70	6,87	4,86	4,38	3,94	3,36
	40	85	7,27	5,83	4,92	4,34	3,95
12,0	30	70	7,70	5,37	4,72	4,29	3,85
	40	85	8,05	6,31	5,45	4,98	4,45
15,0	30	70	9,31	6,68	5,12	4,69	4,40
	40	85	9,31	6,82	5,93	5,37	4,81
18,0	30	70	10,80	7,45	6,15	5,14	4,88
	40	85	11,00	7,65	6,49	5,92	5,65

Объёмно-планировочные размеры теплицы должны удовлетворять технологическим и экономическим требованиям [14]. Основным экономическим требованием является минимизация площади ограждающих конструкций, обеспечивающая удешевление строительства и снижение тепловых потерь и стоимости отопления. Оптимальный пролёт ангарной теплицы, соответствующий минимуму площади светопрозрачного ограждения, можно определить из формулы коэффициента ограждения

$$k = \frac{2h}{L} + \frac{1}{\cos\alpha} + \frac{2h}{A} + \frac{L \cdot \tan\alpha}{2A}, \quad (9)$$

где h – высота продольного вертикального светопрозрачного ограждения теплицы по нормам [14] равная 1,5м; L и A – соответственно

ширина (пролёт) и длина теплицы; α – угол наклона скатов кровли равный 30° .

Разделив требуемую площадь теплицы (F , м²) на L , подставив в (9) вместо A полученное значение, продифференцировав полученное выражение по L после решения первой производной получим кубическое уравнение, из которого можно определить значение оптимальной ширины теплицы L . Так, для теплицы площадью 500 м^2 имеем

$$0,577L^3 + 3L^2 - 1500 = 0 ,$$

откуда $L_{\text{опт}} \approx 12,0$ м.

Для теплицы площадью 1000 м^2 значение $L_{\text{опт}} = 15,0$ м. В качестве примера определим оптимальный шаг рам каркаса теплицы площадью 500 м^2 при $L_{\text{опт}} = 12,0$ м для нормативной нагрузки на прогоны 32 кгс/м^2 (центральные регионы). Из условия минимума расхода стали выражение для определения оптимального шага сплошных рам из прокатных швеллеров, выведенное на основе формул (6)...(8), после преобразований имеет следующий вид

$$a_{\text{опт}} = \sqrt[4]{\frac{36030 - 2,84q}{q_{\text{II}}^H}} = \sqrt[4]{\frac{36030 - 2,84 \cdot 70}{32}} = 5,7\text{ м} , \quad (10)$$

где q - расчётная нагрузка на раму, кгс/м²; q_{II}^H - нормативная равномерно распределённая нагрузка на прогоны, кгс/м².

Вычисленные значения оптимального шага рам для различных нагрузок приведены в табл.4.

Таблица 4 – Оптимальный шаг рам ангарных теплиц

Нормативная нагрузка на прогоны q_{II}^H , кгс/м ²	Расчётная нагрузка на рамы q , кгс/м ²	Оптимальные расстояния между рамами, м
20	60	6,40
30	70	5,80
40	80	5,40

Просуммировав зависимости (6)...(8) и продифференцировав полученное выражение по b , после преобразований получим выражение для оптимального шага прогонов из прокатных швеллеров

$$b_{\text{опт}} = 5,8^4 \sqrt{\frac{1}{q_{\text{ш}}^H}}, \text{ м} \quad (11)$$

Например, при значении $q_{\text{ш}}^H = 32 \text{ кгс/м}^2$ значение $b_{\text{опт}} = 2,4 \text{ м}$. В табл.5 приведены установленные рациональные строительные параметры и расходы стали на элементы из прокатных профилей ангарной теплицы площадью 500 м^2 пролётом 12м (III снеговой район)

Таблица 5 - Рациональные строительные параметры и расходы стали на несущие элементы каркаса ангарной теплицы площадью 500 м^2

Строительные параметры, м				Теоретический расход стали, кг/м2			
расстояние между шпросами	расстояние между прогонами	шаг рам каркаса	пролёт	на шпросы	на прогоны	на рамы каркаса	итого
0,76	2,4	5,7	12,0	4,5	3,8	3,9	12,2

С учётом расхода стали на вертикальные шпросы стенового ограждения из двух уголков $20 \times 20 \times 3$ ($1,1 \text{ кг/м}^2$ площади теплицы) расход металла на элементы каркаса теплицы площадью 500 м^2 составляет $13,3 \text{ кг/м}^2$. С учётом цен на уголки около $42\,000 \text{ руб/т}$ [16] и швеллеры $89\,000 \text{ руб/т}$ [17] стоимость металла на единицу площади теплицы построечного изготовления составит примерно 920 руб/м^2 . Для сравнения, отпускная стоимость стального каркаса заводского изготовления фермерской поликарбонатной теплицы ВОЛЯ пролётом 11,5м составляет примерно $3\,400 \text{ руб/м}^2$ [1,18], что свидетельствует об экономическом преимуществе строительства теплиц со стеклянным ограждением хозяйственным способом.

Выводы: 1. Показано, что стеклянное ограждение теплиц имеет экономическое преимущество перед поликарбонатным в связи с большей долговечностью и лучшей светопропускной способностью.

2. Предложена конструктивная схема ангарной зимней теплицы построечного изготовления и выведены зависимости для обоснования оптимальных строительных параметров стального сварного каркаса из прокатных профилей: расстояния между шпросами, прогонами покрытия и рамами каркаса.

3. Установлено, что стоимость металлоконструкций каркаса теплицы построечного изготовления примерно в три раза меньше стоимости стальных конструкций теплицы заводской поставки.

Список литературы

1. Фермерские теплицы ВОЛЯ URL: [https:// mirtep.ru/catalog/teplitsy/ferma/fermer/](https://mirtep.ru/catalog/teplitsy/ferma/fermer/)(дата обращения: 22.08.2025).
2. Блажнов А.А. Производственные сооружения для фермерских хозяйств: монография / А.А. Блажнов, М.А. Фетисова. – Орёл.: Издательство Картуш, 2017.-132с.
3. Стекло листовое марки М1 4 мм Салават Стекло // URL: [https:// glassstore.org > product > cteklo-listovoe-marki-...](https://glassstore.org/product/cteklo-listovoe-marki-...) (дата обращения 11.08.2025).
4. Лесоторговая. Обзор, сгенерированный искусственным интеллектом // URL: [https:// leso-torg.ru > ... > Пластик листовой](https://leso-torg.ru) (дата обращения 11.08.2025).
5. Прайс-лист на стекло и зеркало. // URL: [https:// "CB" Стекло > Цены](https://CBСтекло.ru) (дата обращения 08.08.2025).
6. Поликарбонат в Орле // URL: [https://_rtlineagro.ru/поликарбонат...](https://rtlineagro.ru/поликарбонат...) (дата обращения 08.08.2025).
7. Теплица «Фермер 7,5м // URL: [https:// zavodteplic.ru>orl/greenhouse/fermer](https://zavodteplic.ru/orl/greenhouse/fermer) (дата обращения 08.08.2025).
8. Промышленные и фермерские теплицы. ЗаводТеплиц.ру // URL: <https://zavodteplic.ru> Промышленные-теплицы... (дата обращения 08.08.2025).
9. Сотовый поликарбонат - технические характеристики... // URL: [https://srbu.ru>stroitelnye-materialy/237-tekhnicheskie-...](https://srbu.ru/stroitelnye-materialy/237-tekhnicheskie-...) (дата обращения 08.08.2025).
10. Рациональные параметры зимних теплиц из прокатных профилей Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 178. с. 250-256.
11. Срок службы теплицы из поликарбоната: //URL: <https://carboplast-teplicy.ru/articles/srok-ekspluatacii-teplicy-iz-policarbonata/> (дата обращения: 10.08.2025).
12. Какие условия создать в теплице для высокого урожая томатов: // URL: <https://agropk.by/itma/tomat-teplica-usloviya> (дата обращения: 08.08.2025).
13. Система зашторивания в промышленных теплицах // URL: [https:// promgidroponica.ru >sistema zashtor](https://promgidroponica.ru/sistema_zashtor) (дата обращения: 08.08.2025).

14. СП 107.13330.2012 «Теплицы и парники». М., 2012.
15. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». М., Стандартинформ, 2018.
16. Уголок горячекатаный равнополочный цена в Орёл // URL: <https://oryol.asmetalloprokat.ru> (дата обращения: 22.08.2025).
17. Купить швеллер в Орле, цена за метр, тонну, ГОСТ, недорого. // URL: <https://metalltorgbaza.ru/Швеллер/Орел> (дата обращения: 22.08.2025).
18. Купить промышленную теплицу "Фермер 11,5"... URL: <https://bigproffi.ru/teplicy/promyshlennaya-teplica-...> (дата обращения: 22.08.2025).

References

1. Farmerskie teplicy VOLJa URL: <https://mirtep.ru/catalog/teplitsy/ferma/fermer/> (дата обращения: 22.08.2025).
2. Blazhnov A.A. Proizvodstvennye sooruzheniya dlja fermerskih hozjajstv: monografija / A.A. Blazhnov, M.A. Fetisova. – Orjol.: Izdatel'stvo Kartush, 2017.-132s.
3. Cteklo listovoe marki M1 4 mm Salavat Steklo // URL: <https://glassstore.org/product/cteklo-listovoe-marki-...> (дата обращения 11.08.2025).
4. Lesotorgovaja. Obzor, sgenerirovannyj iskusstvennym intellektom // URL: <https://leso-torg.ru> > ... > Plastik listovoj (дата обращения 11.08.2025).
5. Prajs-list na steklo i zerkalo. // URL: <https://svsteklo.ru/Ceny> (дата обращения 08.08.2025).
6. Polikarbonat v Orle // URL: <https://rtlineagro.ru/polikarbonat...> (дата обращения 08.08.2025).
7. Teplica «Fermer 7,5m // URL: <https://zavodteplic.ru/orl/greenhouse/fermer> (дата обращения 08.08.2025).
8. Promyshlennye i fermerskie teplicy. ZavodTeplic.ru // URL: <https://zavodteplic.ru/Promyshlennye-teplidy...> (дата обращения 08.08.2025).
9. Sotovyy polikarbonat - tehicheskie harakteristiki... // URL: <https://srbu.ru/stroitelnye-materialy/237-tehicheskie-...> (дата обращения 08.08.2025).
10. Racional'nye parametry zimnih teplic iz prokatnyh profilej Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 178. s. 250-256.
11. Srok sluzhby teplicy iz polikarbonata: //URL: <https://carboplast-teplidy.ru/articles/srok-ekspluatcii-teplidy-iz-polikarbonata/> (дата обращения: 10.08.2025).
12. Kakie uslovija sozdat' v teplice dlja vysokogo urozhaja tomatov: // URL: <https://agropk.by/itma/tomat-teplica-usloviya> (дата обращения: 08.08.2025).
13. Sistema zashtorivaniya v promyshlennyh teplicah // URL: <https://promgidroponica.ru/sistema-zashtor> (дата обращения: 08.08.2025).
14. СП 107.13330.2012 «Теплицы и парники». М., 2012.
15. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». М., Стандартинформ, 2018.
16. Уголок горячекатаный равнополочный цена в Орёл // URL: <https://oryol.asmetalloprokat.ru> (дата обращения: 22.08.2025).
17. Kupit' shveller v Orle, cena za metr, tonnu, GOST, nedorogo. // URL: <https://metalltorgbaza.ru/Shveller/Orel> (дата обращения: 22.08.2025).
18. Kupit' promyshlennuju teplicu "Fermer 11,5"... URL: <https://bigproffi.ru/teplidy/promyshlennaya-teplica-...> (дата обращения: 22.08.2025).