

М.Н. Кирсанов

Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Россия, г. Москва

Д-р физ.-мат. наук, проф., тел.: +7(495)362-73-14; e-mail: c216@ya.ru

Для плоской статически определимой регулярной решетчатой фермы с двойными опорами по концам методом индукции выведены формулы зависимости прогиба середины пролета от числа панелей. Отдельно рассмотрены распределенные вертикальные узловые нагрузки на нижний, верхний пояс и сосредоточенная нагрузка на узел в середине пролета. Для расчета величины прогиба фермы и горизонтального сдвига подвижной опоры используется интегральная формула Максвелла – Мора в предположении, что жесткость всех стержней одинаковая. Усилия в стержнях разыскиваются в аналитической форме в системе символьной математики Maple. Обобщение ряда решений для ферм различного порядка на произвольное число панелей дает зависимость прогиба от числа панелей и размеров фермы.

Ключевые слова: плоская ферма, прогиб, аналитическое решение, Maple, метод индукции, формула Максвелла-Мора, сдвиг опоры.

Введение.

Шарнирно-стержневые конструкции широко используются в строительстве, машиностроении, транспорте. Одна из основных задач здесь — расчет усилий и деформаций с учетом произвольного числа элементов конструкции. Для регулярных систем, обладающих свойством подобия, в ряде случаев удастся получить аналитические решения для прогиба или частоты собственных колебания в зависимости от порядка конструкции или сооружения. В работе [1] рассматривается инженерная оптимизация ферменных конструкций с использованием обобщенного стохастического метода конечных элементов на основе возмущений. Численная реализация поставленной задачи здесь имеет гибридный характер и основана на взаимодействии метода конечных элементов и системы компьютерной алгебры Maple, где запрограммированы все вероятностные функции. Символьные расчеты двумерных ферм, подверженных узловым нагрузкам, применимые к любым конфигурациям ферм, используются в [2]. На основе программы Symbolic Math Toolbox в этой работе выводятся аналитические выражения в замкнутой форме для перемещений, опорных реакций и усилий в стержнях. В статье [3] для расчета пространственных ферменных конструкций используется методология анализа с учетом шарнирных соединений в сочетании со стойками, которые подвержены только растяжению или сжатию. Для типовой ферменной конструкции, состоящей из 64 стоек, в этой работе достигается существенное сокращение времени вычислений. Новый алгоритм на основе искусственного интеллекта для масштабируемой оптимизации ферменных конструкций предложен в [4]. Для анализа производительности алгоритма здесь используется непараметрический ранговый критерий Фридмана. В справочнике [5] приведены формулы расчета статических прогибов и усилий в отдельных стержнях для различных схем плоских периодических ферм под действием сосредоточенных узловых нагрузок. Аналитический расчет основной частоты собственных колебаний плоской модели составной фермы с произвольным числом панелей предложен в [6]. Все возможности вывода точных решений задач статики для стержневых систем регулярного типа рассмотрены Hutchinson R.G. и Fleck N.A. [7, 8]. Области резонансно безопасных частот статически определимой плоской фермы изучены в [9]. Показана

зависимость размеров этих областей от геометрических параметров конструкции. Аналитическая оценка основной частоты собственных колебаний регулярной фермы с нестандартной решеткой получена в системе Maple [10]. В [11] разработана цифровая методика оценки усталости на основе расширенного метода конечных элементов для оценки характеристик сварных соединений с учетом комбинированного воздействия собственного веса, нагрузки от транспортного средства и на ферму стального балочного подвешного моста с двумя пролетами. Анализ возникновения усталостных трещин, вызванных деформацией в зазорах между балками в фермах многобалочных стальных мостов, рассмотрен в [12]. Формула для нижней границы частоты собственных колебаний плоской регулярной фермы типа Финка в системе компьютерной математики выведена в [13]. Зависимость частоты колебаний от параметров фермы получена в [14] для регулярной балочной фермы с треугольной решеткой приближенными аналитическими методами Донкерлея и Рэлея. Грибова О. В. [15] получила простые формулы для расчета прогиба и частоты собственных колебаний плоской регулярной фермы с произвольным числом панелей. Упрощенный вариант метода Донкерлея использован в [16] для аналитического расчета первой собственной частоты плоской фермы с нисходящими раскосами. В [17] предложен метод, позволяющий эффективно снизить внутренние силы и деформации ферменной конструкции в рамках теплового проектирования и практики строительства пространственных ферменных конструкций больших пролетов. Явление внезапного выпучивания критически важных элементов двухслойных сводчатых ферменных конструкций под действием сжимающих нагрузок изучено в [18]. Оценка усталостной надежности, имеющей решающее значение для обеспечения эксплуатационной безопасности ферм стареющих стальных железнодорожных мостов при стохастической транспортной нагрузке, дана в [19]. В [20] описан алгоритм сравнения методов расчета грузоподъемности металлических пролетных строений. В качестве расчетной модели использовались фермы металлических пролетных строений с треугольной решеткой с полигональным верхним поясом и с дополнительными стойками и подвесками с ездой понизу. В обзоре [21] представлены схемы ферменных конструкций в летательных аппаратах, а также даны теоретические основы и практические рекомендации для будущих исследований в области легких конструктивных систем в авиационной технике.

В настоящей работе предлагается плоская схема статически определимой решетчатой фермы на четырех опорах и выводятся формулы для прогиба и горизонтального сдвига подвижной опоры в зависимости от числа панелей для различных узловых нагрузок.

Конструкция фермы. Плоская ферма со сложной крестообразной решеткой с дополнительными горизонтальными связями закреплена на трех подвижных и одной неподвижной шарнирной опоре. Раскосы имеют длины $c = \sqrt{a^2 + h^2}$ и $2c$, горизонтальные стержни имеют длину $2a$ и $4a$. Продольная жесткость всех стержней конструкции EF предполагается одинаковой, опоры недеформируемые. В ферме с $2n$ панелями $10n + 9$ узлов и $\nu = 20n + 18$ стержней, включая пять жестких стержней, моделирующих четыре опоры. Все стержни, кроме опорных, предполагаются линейно упругими.

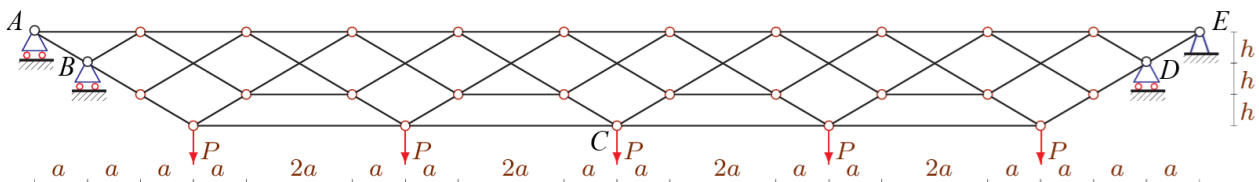


Рис. 1. Схема фермы, $n = 2$. Нагрузка на нижний пояс.

Расчет усилий в стержнях. Усилия, входящие в формулу Максвелла – Мора, для определения жесткости конструкции рассчитываются в символьной форме из

аналитического решения системы уравнений равновесия узлов конструкции. Для определения матрицы этой системы находятся направляющие косинусы внутренних усилий и векторов приложенных нагрузок. Значения косинусов рассчитываются по данным о порядке соединения стержней в узлы и координатам узлов. Все узлы (шарниры) фермы и стержни нумеруются (рис. 2).

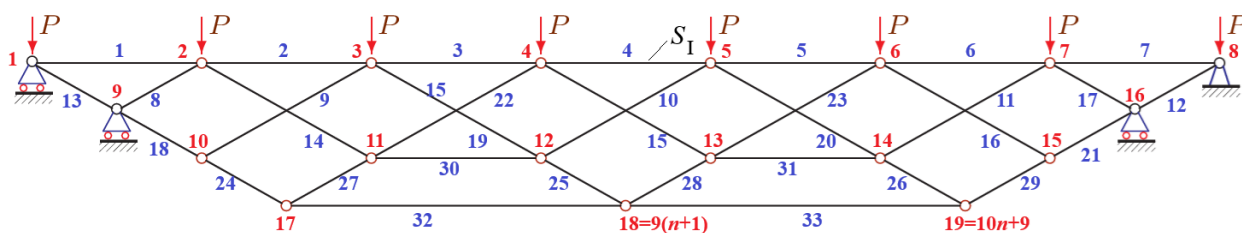


Рис. 2. Нумерация узлов и стержней консоли, $n = 1$

Координаты узлов вносятся в программу расчета усилий. Длина пролета конструкции $L_0 = 2a(4n + 3)$:

$$x_i = 2a(i - 1), \quad y_i = 3h,$$

$$x_{4n+5} = a, \quad y_{4n+5} = 2h,$$

$$x_{8n+8} = L_0 - a, \quad y_{8n+8} = 2h,$$

$$x_{i+4n+5} = 2ai, \quad y_{i+4n+5} = h, \quad i = 1, \dots, 4n + 2,$$

$$x_{i+8n+8} = a(4i - 1), \quad y_{i+8n+8} = 0, \quad i = 1, \dots, 2n + 1.$$

Аналитические выражения усилий в стержнях рассчитываются в системе Maple [22] из решения уравнения равновесия узлов. Матричная форма системы уравнений имеет вид: $\mathbf{GS} = \mathbf{P}$, где $\mathbf{P}$ — вектор правой части, в котором записаны вектора узловых нагрузок, $\mathbf{G}$ — симметричная матрица размером $\nu \times \nu$. Элементы этой матрицы — направляющие косинусы стержней фермы, $\mathbf{S}$ — вектор искомых усилий в стержнях длиной ν . В число усилий включены и пять опорных реакций — две компоненты реакции опоры E и три вертикальные реакции шарниров A, B, D . Элементы матрицы $\mathbf{G}$ вычисляются по данным о координатах концов стержней конструкции и порядку соединения стержней в шарнирные узлы. Распределение усилий по стержням фермы в случае безразмерной нагрузки $P = 1$ представлено на рисунке 3. Красным цветом отмечены растянутые стержни, синим — сжатые. Толщина линий условно пропорциональна модулям усилий. Для указанных размеров при $n = 2$ наиболее сжатым оказался стержень в середине верхнего пояса. Методом индукции можно вывести формулу зависимости усилия в этом стержне от числа панелей в ферме. Последовательно рассчитывая это усилие из решения системы уравнений равновесия, получаем последовательность: $S_I = -4aP/h, -12aP/h, -24aP/h, -40aP/h, \dots$. Общий член этой последовательности имеет вид: $S_I = -2Pa(n + 1)n/h$. Опуская выкладки, приведем аналогичное решение для этого же стержня в случае нагружения фермы по нижнему поясу (рис. 1): $S_I = -Pa(2n^2 + 2n + 1)/(2h)$.

$$C_1 = \left(40n^4 + 8 \left(-1^n + 10 \right) n^3 + 2 \left(6 - 1^n + 37 \right) n^2 + 2 \left(5 - 1^n + 17 \right) n + 9 - 1^n + 9 \right) / 12. \quad (4)$$

Аналогично находится и коэффициент C_2 в формуле (3):

$$C_2 = \left(5n^4 + 2 \left(5 - 2 - 1^n \right) n^3 + \left(13 - 6 - 1^n \right) n^2 + 4 \left(-1^n + 2 \right) n + 9 - 1^n + 9 \right) / 12. \quad (5)$$

В случае загрузки узлов *верхнего* пояса фермы решение для прогиба середины пролета также имеет вид (2), но с коэффициентами:

$$\begin{aligned} C_1 &= \left(40n^4 + 8 \left(-1^n + 10 \right) n^3 + 2 \left(6 - 1^n + 25 \right) n^2 + 2 \left(5 - 1^n \right) n - 9 - 1^n - 3 \right) / 12, \\ C_2 &= \left(5n^4 + 2 \left(5 - 2 - 1^n \right) n^3 + \left(19 - 6 - 1^n \right) n^2 + 2 \left(7 - 1^n \right) n - 6 - 1^n \right) / 6. \end{aligned} \quad (6)$$

Если ферма загружена сосредоточенной силой в узле C середины пролета, то коэффициенты в (3) также являются полиномами по числу панелей, но на порядок ниже:

$$\begin{aligned} C_1 &= \left(16n^3 + 6 \left(-1^n + 4 \right) n^2 + 2 \left(3 - 1^n + 13 \right) n - 3 - 1^n + 12 \right) / 12, \\ C_2 &= \left(4n^3 + 6 \left(1 - 1^n \right) n^2 + 2 \left(10 - 3 - 1^n \right) n + 3 - 1^n + 15 \right) / 12. \end{aligned}$$

График зависимости относительного прогиба $\Delta'_n = EF\Delta_n / (PL_0)$ от числа панелей при $a = 3\text{м}$ от действия силы P , приложенной к узлу C в середине пролета, представлен кривыми на рисунке 3.

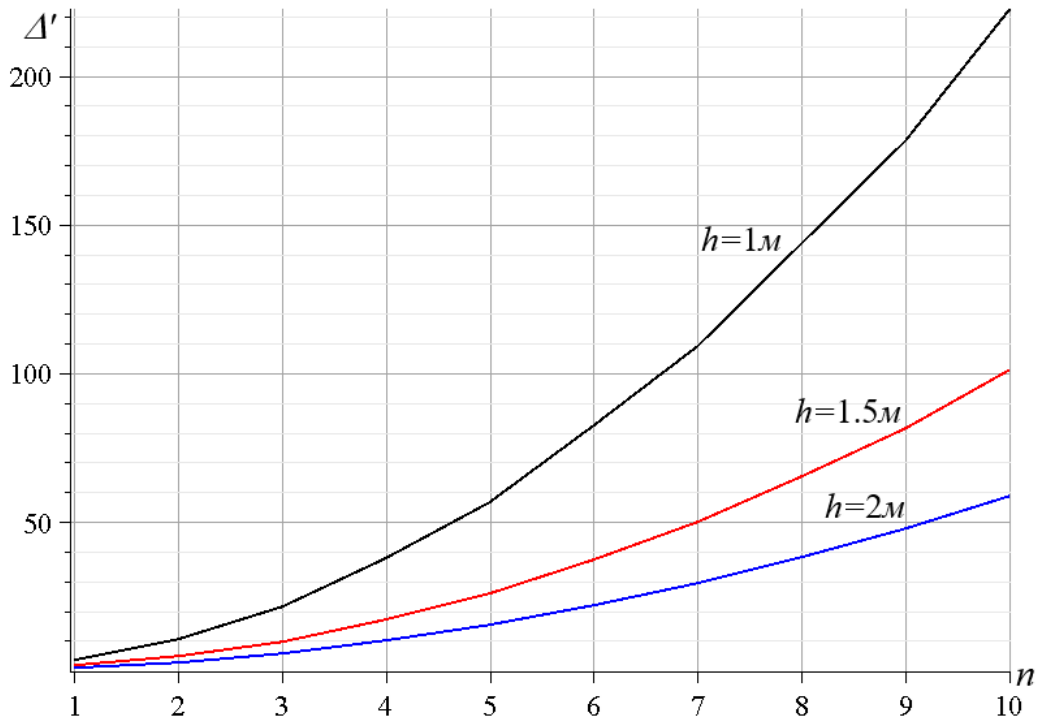


Рис. 4. Зависимость прогиба от числа панелей. Нагрузка на узел C

Кривые имеют квадратичную асимптотику: $\lim_{n \rightarrow \infty} \Delta'_n / n^2 = (8a^3 + c^3) / (24ah^2)$.

Выражение для прогиба (3) с коэффициентами (6) для случая загрузки *верхнего* пояса при $\Delta'_n = EF \Delta_n / (P_a L_0)$, где $P_a = P / (4n + 4)$ имеет аналогичную асимптотику: $\lim_{n \rightarrow \infty} \Delta'_n / n^2 = 5(8a^3 + c^3) / (192ah^2)$.

Смещение опоры. Вертикальные нагрузки на ферму вызывают не только ее прогиб, но и горизонтальное смещение трех подвижных опор. Вычисление смещения крайней опоры А выполняется в том же алгоритме, что и расчет прогиба. Расчетная формула по Максвеллу – Мору имеет вид:

$$\delta_n = \sum_{\alpha=1}^{\nu-5} S_{\alpha}^1 S_{\alpha}^P l_{\alpha} / (EF), \quad (7)$$

где S_{α}^P — усилие в стержне с номером $\alpha = 1, \dots, \nu - 5$ от узловой внешней нагрузки, S_{α}^1 — усилие в этом же стержне от действия единичной горизонтальной силы на опорный узел А. От такой нагрузки, очевидно, возникнут усилия только в горизонтальных стержнях длиной $2a$ верхнего пояса, поэтому в решение войдут усилия и длины именно в этих стержнях, что существенно упрощает решение. Обобщением методом индукции серии решений для ферм с различным числом панелей, из рекуррентного уравнения

$$\delta_{A,n} = 4\delta_{A,n-1} - 6\delta_{A,n-2} + 4\delta_{A,n-3} - \delta_{A,n-4}$$

получается выражение для смещения опоры при загрузке фермы по *верхнему* поясу:

$$\delta_{A,n} = 4Pa^2 (n+1)^2 (2n-1) / (hEF).$$

Аналогично, для равномерной нагрузки фермы по узлам *нижнего* пояса смещение имеет вид:

$$\delta_{A,n} = Pa^2 (4n^3 + 6n^2 + 6n + 3) / (hEF).$$

От действия сосредоточенной силы P на узел С в середине пролета опоры А получает горизонтальное смещение

$$\delta_{A,n} = Pa^2 (6n^2 + 6n + 3 + (2n+3)(-1)^n) / (2h) / (hEF).$$

В последнем решении, в отличие от двух предыдущих для распределенных нагрузок, зависимость по числу панелей квадратичная.

Заключение. Для плоской схемы внешне статически неопределимой фермы и трех видов нагрузки методами компьютерной математики выведены формулы для прогиба конструкции и смещения подвижной опоры. Найдены зависимости реакций опор от числа панелей. Все формулы имеют вид полиномов по числу панелей с коэффициентами, знаки которых зависят от четности числа панелей. Предложенный алгоритм может быть применим и для других регулярных систем.

Библиографический список

1. Kamiński M., Solecka M. Optimization of the truss-type structures using the generalized perturbation-based Stochastic Finite Element Method // Finite Elements in Analysis and Design. 2013. Т. 63. С. 69-79. DOI: 10.1016/j.finel.2012.08.002
2. Plevris V., Ahmad A. Deriving analytical solutions using symbolic matrix structural analysis: Part 2 Plane trusses // Heliyon. 2025. V. 11. №. 4. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42372>
3. Jäger M., Albertsen J., Wartzack S. An analytical exact, locking free element formulation

- for thin-walled composite Timoshenko beams //Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. 2025. T. 439. C. 117886. DOI: 10.1016/j.heliyon.2025.e42372
4. Zamani H. et al. An Enhanced Memory-Based Metaheuristic for Optimization of Large-Scale Truss Structures //Systems and Soft Computing. 2026. C. 200510. <https://doi.org/10.1016/j.sasc.2026.200510>
 5. Kirsanov M. Planar Trusses: Schemes and Formulas. Cambridge Scholars Publishing.2019. ISBN: 1-5275-3531-2 ISBN13: 978-1-5275-3531-2
 6. Комерзан Е. В., Ниналалов И.Г., Свириденко О. В. Расчет основной частоты собственных колебаний плоской модели составной фермы // Строительная механика и конструкции. 2023. №4(39). С. 27-34
 7. Hutchinson R.G., Fleck N.A. The structural performance of the periodic truss // Journal of the Mechanics and Physics of Solids. 2006. № 4(54). С. 756–782. DOI:10.1016/j.jmps.2005.10.008.
 8. Hutchinson R.G., Fleck N.A. Microarchitected cellular solids. The hunt for statically determinate periodic trusses // ZAMM Zeitschrift fur Angewandte Mathematik und Mechanik. 2005. № 9(85). С. 607–617. DOI:10.1002/zamm.200410208.
 9. Льюнг Конг Л. Зависимость области резонансно безопасных частот от размеров статически определимой плоской фермы // Строительная механика и конструкции. 2024. №2(41). С.16-26. DOI 10.36622/2219-1038.2024.41.2.002
 10. Комерзан Е.В., Маслов А.Н. Аналитическая оценка основной частоты собственных колебаний регулярной фермы // Строительная механика и конструкции. 2023. №2(37). Р. 17 - 26. doi 10.36622/VSTU.2023.37.2.002
 11. Ding S. L., Liu H. J., Wang C. S. Fatigue crack propagation evaluation of cruciform welded joints in steel truss girder suspension bridge using digital fatigue technique // Structures. – Elsevier, 2026. T. 91. P. 112478. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2026.112478>
 12. Wang C. S. et al. Digital simulation of distortion-induced fatigue in steel bridges with different geometrical configurations // Journal of Constructional Steel Research. 2024. T. 216. P. 108613. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2024.108613>
 13. Петриченко Е. А. Нижняя граница частоты собственных колебаний фермы Финка // Строительная механика и конструкции. 2020. Т. 3. №. 26. С. 21-29.
 14. Maslov, A. The first natural frequency of a planar regular truss. Analytical solution. Construction of Unique Buildings and Structures. 2023. 109 Article No 10912. doi: 10.4123/CUBS.109.12
 15. Грибова О.В. Формулы для расчета прогиба и частоты собственных колебаний плоской фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2025. №1(44). С.31-39. DOI 10.36622/2219-1038.2025.44.1.003
 16. Kirsanov M. Simplified Dunkerley method for estimating the first oscillation frequency of a regular truss // Construction of Unique Buildings and Structures. 2023. 108. Article No 10801. doi: 10.4123/CUBS.108.1
 17. Xu W. et al. Thermal behavior of large-span spatial truss structure: Experiment, numerical analysis, and construction study // Journal of Building Engineering. 2026. P. 116436. Doi: 10.1016/j.jobbe.2026.116436
 18. Chenaghlou M. R., Kheirollahi M., Mirzaei M. Enhancing the seismic ductility and strength reduction factor of double-layered vaulted spatial shells incorporating buckling-restrained compound truss elements // Structures. Elsevier, 2025. T. 72. P. 108220. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2025.108220>
 19. Xiao X. et al. Fatigue reliability assessment of aging steel truss railway bridges under stochastic traffic loading // Structures. Elsevier, 2026. T. 88. P. 111848. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2026.111848>

20. Pengfei Y. A. N. et al. A review on truss structures in aircraft design and optimization // Chinese Journal of Aeronautics. 2026. P. 104158. <https://doi.org/10.1016/j.cja.2026.104158>
21. Попов О. Н., Мартынюк И.В., Ящук М.О., Хамидуллина Н.В. Сравнительный анализ методов расчета грузоподъемности металлического пролетного строения моста // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2022. №. 3. С. 70-78. DOI 10.15593/24111678/2022.03.08
22. Кирсанов М.Н. Maple и Maplet. Решения задач механики. СПб.: Лань, 2022. 512 с. ISBN 978-5-8114-1271-6

References

1. Kamiński M., Solecka M. Optimization of the truss-type structures using the generalized perturbation-based Stochastic Finite Element Method. Finite Elements in Analysis and Design. 2013. V. 63. 69-79. DOI: 10.1016/j.finel.2012.08.002.
2. Plevris V., Ahmad A. Deriving analytical solutions using symbolic matrix structural analysis: Part 2 Plane trusses. Heliyon. 2025. V. 11. 4. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42372>.
3. Jäger M., Albertsen J., Wartzack S. An analytical exact, locking free element formulation for thin-walled composite Timoshenko beams. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. 2025. 439. P. 117886. DOI: 10.1016/j.heliyon.2025.e42372.
4. Zamani H. et al. An Enhanced Memory-Based Metaheuristic for Optimization of Large-Scale Truss Structures. Systems and Soft Computing. 2026. 200510. <https://doi.org/10.1016/j.sasc.2026.200510>.
5. Kirsanov M. Planar Trusses: Schemes and Formulas. Cambridge Scholars Publishing. 2019. ISBN: 1-5275-3531-2 ISBN13: 978-1-5275-3531-2.
6. Komerzan E. V., Ninalalov I. G., Sviridenko O. V. Calculation of the fundamental frequency of natural vibrations of a plane model of a composite truss. Structural Mechanics and Structures. 2023. 4 (39). P. 27-34 (in Russian).
7. Hutchinson R. G., Fleck N. A. The structural performance of the periodic truss. Journal of the Mechanics and Physics of Solids. 2006. 4(54). 756–782. DOI:10.1016/j.jmps.2005.10.008.
8. Hutchinson R.G., Fleck N.A. Microarchitected cellular solids: The hunt for statically determinate periodic trusses. ZAMM Zeitschrift fur Angewandte Mathematik und Mechanik. 2005. 9(85). P. 607–617. DOI:10.1002/zamm.200410208.
9. Luong Cong L. Dependence of the region of resonantly safe frequencies on the dimensions of a statically determinate plane truss. Structural Mechanics and Structures. 2024. 2(41). 16–26. DOI 10.36622/2219-1038.2024.41.2.002 (in Russian).
10. Komerzan E.V., Maslov A.N. Analytical assessment of the fundamental frequency of natural vibrations of a regular truss. Structural Mechanics and Structures. 2023. 2(37). 17 - 26. doi 10.36622/VSTU.2023.37.2.002 (in Russian).
11. Ding S. L., Liu H. J., Wang C. S. Fatigue crack propagation evaluation of cruciform welded joints in steel truss girder suspension bridge using digital fatigue technique. Structures. – Elsevier, 2026. 91. 112478. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2026.112478>.
12. Wang C. S. et al. Digital simulation of distortion-induced fatigue in steel bridges with different geometrical configurations. Journal of Constructional Steel Research. 2024. 216. 108613. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2024.108613>.
13. Petrichenko E. A. Lower bound for the natural frequency of the Fink truss. Structural Mechanics and Structures. 2020. 3. 26. P. 21-29. (in Russian).
14. Maslov, A. The first natural frequency of a planar regular truss. Analytical solution. Construction of Unique Buildings and Structures. 2023. 109. 10912. DOI: 10.4123/CUBS.109.12
15. Gribova O.V. Formulas for calculating the deflection and natural frequency of a flat truss

- with an arbitrary number of panels. *Structural Mechanics and Structures*. 2025. 1(44). 31-39. DOI: 10.36622/2219-1038.2025.44.1.003. (in Russian).
16. Kirsanov M. Simplified Dunkerley method for estimating the first oscillation frequency of a regular truss. *Construction of Unique Buildings and Structures*. 2023. 108. Article No 10801. DOI: 10.4123/CUBS.108.1.
 17. Xu W. et al. Thermal behavior of large-span spatial truss structure: Experiment, numerical analysis, and construction study. *Journal of Building Engineering*. 2026. 116436. DOI: 10.1016/j.jobbe.2026.116436.
 18. Chenaghlou M. R., Kheirollahi M., Mirzaei M. Enhancing the seismic ductility and strength reduction factor of double-layered vaulted spatial shells including buckling-restrained compound truss elements. *Structures*. Elsevier. 2025. 72. 108220. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2025.108220>.
 19. Xiao X. et al. Fatigue reliability assessment of aging steel truss railway bridges under stochastic traffic loading. *Structures*. Elsevier, 2026. 88. 111848. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2026.111848>.
 20. Pengfei Y. A. N. et al. A review on truss structures in aircraft design and optimization. *Chinese Journal of Aeronautics*. 2026. 104158. <https://doi.org/10.1016/j.cja.2026.104158>.
 21. Popov O. N., Martynyuk I. V., Yashchuk M. O., Khamidullina N. V. Comparative analysis of methods for calculating the load-bearing capacity of a metal bridge superstructure. *Transport. Transport structures. Ecology*. 2022. 3. 70-78. DOI 10.15593/24111678/2022.03.08. (in Russian).
 22. Kirsanov M.N. *Maple and Maplet. Solutions of mechanics problems*. St. Petersburg: Lan, 2022. 512 p. ISBN 978-5-8114-1271-6. (in Russian).

FORMULAS FOR THE DEFLECTIONS OF A PLANAR TRUSS WITH A COMPLEX LATTICE

M. N. Kirsanov

National Research University "MPEI

Moscow, Russia

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Robotics, Mechatronics, Dynamics and Strength of Machines, tel.: +7(495)362-73-14, e-mail: c216@ya.ru

For a planar, statically determinated, regular lattice truss with double end supports, formulas for the dependence of midspan deflection on the number of panels are derived using induction. Distributed vertical nodal loads on the lower and upper chords and a concentrated load on the midspan node are considered separately. The Maxwell – Mohr integral formula is used to calculate the truss deflection and the horizontal shear of the sliding support, assuming equal stiffness for all members. The forces in the members are found analytically using the Maple symbolic mathematics system. Generalizing a series of solutions for trusses of various orders to an arbitrary number of panels yields the dependence of the deflection on the number of panels and the truss dimensions.

Key words: plane truss, deflection, analytical solution, Maple, induction method, Maxwell – Mohr formula, support shift.