

Вейна В. С., Морковин А. В.
V. S. Veyna, A. V. Morkovin

**ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ТИПА МНОГОСЛОЙНЫЙ ПЕРСЕПТРОН
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ ФУНКЦИИ ПРОГИБА
БАЛКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ НАГРУЗКИ**

**APPLICATION OF NEURAL NETWORKS OF MULTI-LAYER PERSEPTRON TYPE
FOR SOLVING THE PROBLEM OF FORECASTING THE BEHAVIOR OF THE BEAM
BENDING FUNCTION UNDER THE VARIABLE LOAD ACTION**

Вейна Виталий Сергеевич – студент отделения машиностроения, морской техники и транспорта инженерного департамента Политехнического института (школы) Дальневосточного федерального университета (Россия, Владивосток); тел. 8(950)280-72-18. E-mail: www.work.veyna@mail.ru.

Vitaly S. Veyna – Student, Mechanical Engineering, Marine Engineering and Transport Department, Polytechnic Institute (School), Far Eastern Federal University (Russia, Vladivostok); tel. 8(950)280-72-18. E-mail: www.work.veyna@mail.ru.

Морковин Андрей Витальевич – кандидат технических наук, старший преподаватель отделения машиностроения, морской техники и транспорта инженерного департамента Политехнического института (школы) Дальневосточного федерального университета (Россия, Владивосток); тел. 8(924)528-42-57. E-mail: morkovin_av@dvfu.ru.

Andrey V. Morkovin – PhD in Engineering, Senior Lecturer, of Mechanical Engineering, Marine Engineering and Transport Department, Polytechnic Institute (School), Far Eastern Federal University (Russia, Vladivostok); tel. 8(924)528-42-57. E-mail: morkovin_av@dvfu.ru.

Аннотация. Разработан метод решения задачи прогнозирования. Рассматривается балка квадратного сечения, закреплённая на двух опорах, под действием изменяющейся нагрузки, а также обучение нейронной сети (многослойный персептрон). Представлены результаты прогнозирования поведения функции прогиба балки под действием изменяющейся нагрузки, полученные нейронной сетью, обученной при помощи встроенного инструмента для работы с нейросетями в пакете прикладных программ MATLAB.

Summary. A method for solving the forecasting problem has been developed. We consider a square beam, fixed on two supports, under the influence of a changing load, as well as training a neural network (multilayer perceptron). We present results of predicting the behavior of the deflection function of a beam under the action of a changing load, obtained by a neural network trained using a built-in tool for working with neural networks in the MATLAB software package.

Ключевые слова: нейронная сеть, метод решения задачи прогнозирования, многослойный персептрон, обучение нейронной сети.

Key words: neural networks, a method for solving the forecasting problem, multilayer perceptron, training a neural network.

УДК 624.047.2

Целью представленной работы является разработка метода решения задачи прогнозирования при помощи нейронных сетей, обученных встроенным инструментом для работы с нейронными сетями в пакете прикладных программ MATLAB. Пример решения задачи прогнозирования приводится в статье [1].

В данной работе рассматривается решение задачи прогнозирования поведения функции прогиба балки квадратного сечения длиной l под действием изменяющейся нагрузки F , действующей в точке, расположенной на расстоянии h от начала балки (схема задачи представлена на рис. 1, б).

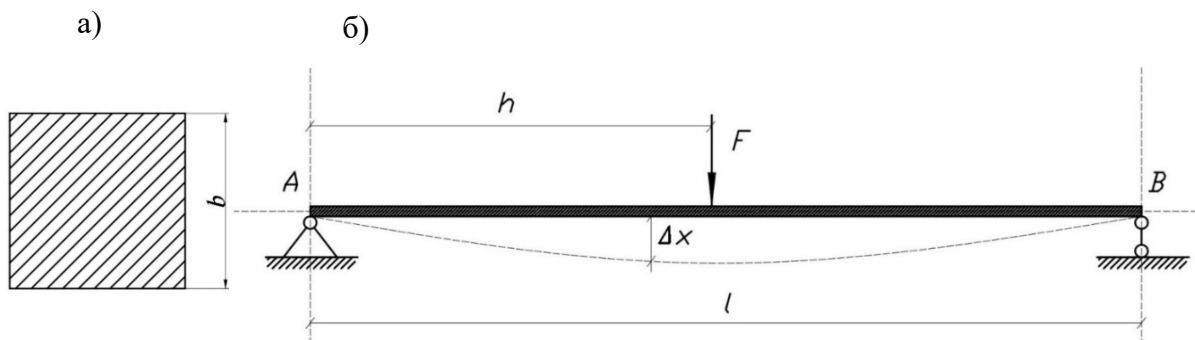


Рис. 1. Постановка задачи:
а – сечение балки; б – схема задачи

Необходимо спрогнозировать, на какое расстояние Δx и как себя поведёт функция прогиба балки при перемещении силы F .

Нами была разработана и предложена методика решения данной задачи, представленная в виде блок-схемы (см. рис. 2).



Рис. 2. Блок-схема метода решения задачи прогнозирования

Как видно из схемы, всё решение делится на 5 этапов:

1. В первый этап входят сведения об анализируемом процессе, которые включают в себя: величину силы, длину балки, размеры и форму поперечного сечения балки, момент инерции сечения, модуль упругости в зависимости от материала и саму постановку задачи.

2. На втором этапе мы решаем задачу сопротивления материалов, определяя реакции опор A и B , углы поворота сечения на двух участках, а также функции прогиба.

3. Далее осуществляем обработку данных. Выполняем аппроксимацию функции прогиба балки из набора точек, полученных в предыдущем пункте, с помощью полиномов 4-й степени. Производим запись значений коэффициентов полинома для каждой силы и её места приложения в

виде таблицы, т.е. получаем входные и выходные данные для обучения нейросети, так называемая обучающая выборка.

4. На четвёртом этапе производим построение модели: выбираем структуру нейронной сети типа *многослойный перцептрон*, а также метод обучения нейронной сети, такой как *обучение с учителем*, осуществляемое в среде MATLAB. Реализация обучения сети происходит на основе входных и выходных данных выборки в пакете прикладных программ MATLAB [2, 6].

5. На пятом этапе мы получаем обученную сеть, готовую к применению для решения задачи прогнозирования.

В итоге решения задачи данной методикой для следующих входных параметров (см. табл. 1) была создана и обучена нейронная сеть, с помощью которой можно определить функцию прогиба, подавая на вход данные о величине силы и точке её приложения в качестве прямой задачи и определяя величину силы, точку приложения силы, зная при этом только функцию прогиба для обратной задачи.

Для прямой задачи были получены данные нейронной сети (см. табл. 2).

Таблица 1

Основные параметры задачи

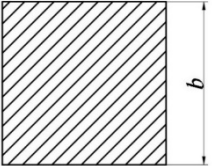
| Поперечное сечение балки | Размер сечения, м | Длина балки l , м | Момент инерции $I_i = \frac{b^4}{12}$, м ⁴ | Модуль упругости (материал) E , кН/м ² | Сила F , $F_1 \leq F \leq F_2$, кН |
|---|-------------------|---------------------|--|---|---------------------------------------|
|  | $b = 0,01$ | 1 | $8,33 \cdot 10^{-10}$ | $2 \cdot 10^8$ (сталь) | $F_1 = 0$ $F_2 = 1$ |

Таблица 2

Данные, полученные при помощи нейронной сети

| № симуляции | Сила F , кН | Точка приложения силы (от начала балки) l , м | Коэффициент полинома | | | | |
|-------------|---------------|---|----------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | | a_1 | a_2 | a_3 | a_4 | a_5 |
| 1 | 0,5 | 0,25 | 0,001011 | -0,19499 | 0,184483 | 0,107072 | -0,09813 |
| 2 | 0,5 | 0,50 | -0,00048 | -0,1704 | -0,13573 | 0,612241 | -0,30611 |
| 3 | 0,5 | 0,75 | -0,00054 | -0,10267 | -0,08301 | 0,285349 | -0,0981 |

Графики функций прогиба балки, построенные на основе данных, полученных при помощи нейронных сетей (см. табл. 2), представлены на рис. 3.

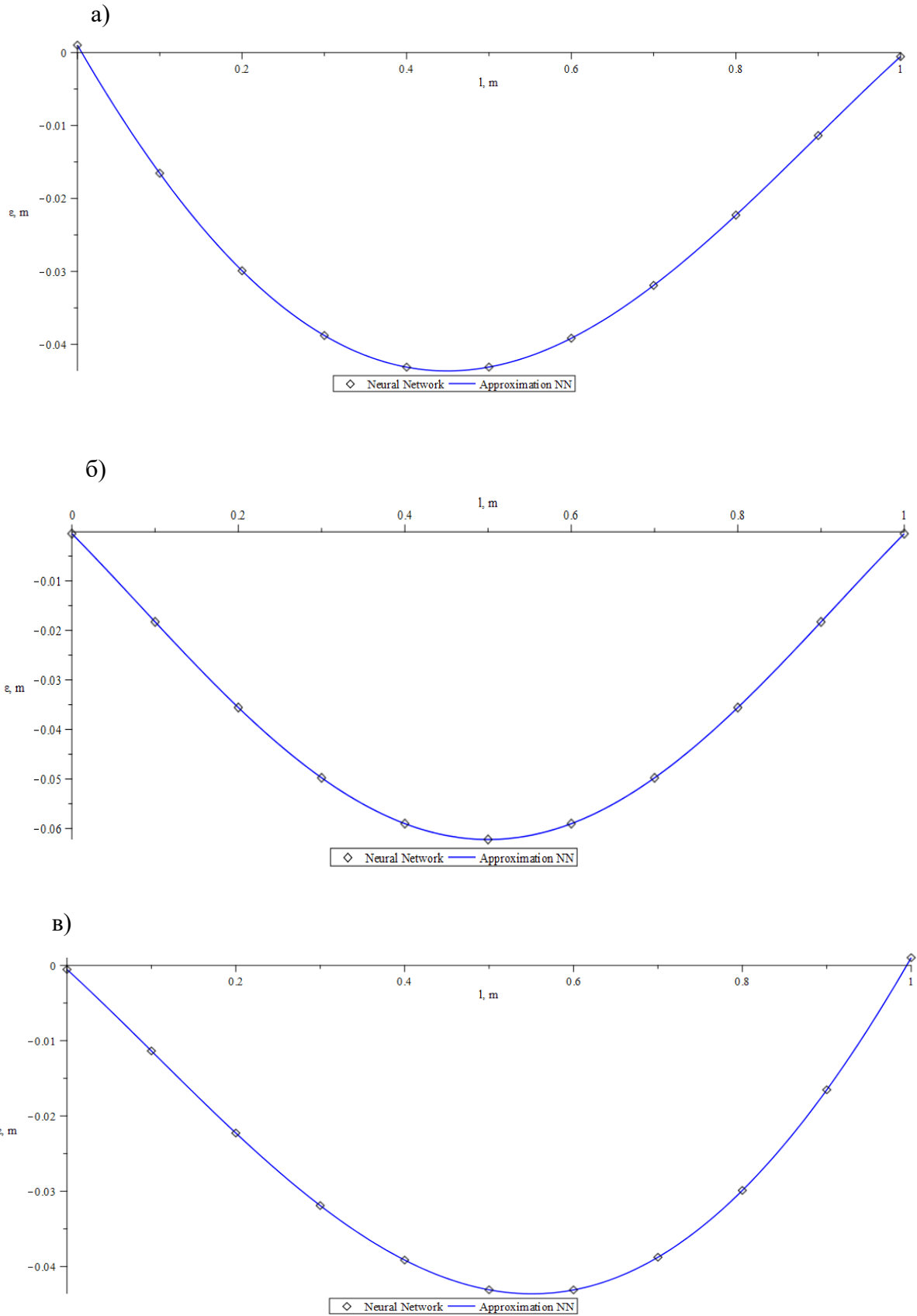


Рис. 3. Графики функций прогиба балки под действием силы $F = 0,5$ кН в точках:
 а – 0,25 м; б – 0,5 м; в – 0,75 м

Из полученных графиков можно проследить поведение, а также максимальное расстояние (Δx), на которое изгибается балка под действием заданной силы в определённой точке её приложения:

1. При силе $F = 0,5$ кН в точке $0,25$ м максимальный прогиб балки составил

$$\Delta x = 0,04312 \text{ м.}$$

2. При силе $F = 0,5$ кН в точке $0,5$ м максимальный прогиб балки составил

$$\Delta x = 0,0622 \text{ м.}$$

3. При силе $F = 0,5$ кН в точке $0,75$ м максимальный прогиб балки составил

$$\Delta x = 0,04309 \text{ м.}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Любимова, Т. В. Решение задачи прогнозирования с помощью нейронных сетей / Т. В. Любимова, А. В. Горелова // Инновационная наука. – 2015. – № 4. – С. 39-42.
2. Федотов, А. В. Моделирование нейронных сетей в MATLAB / А. В. Федотов. – Омск, 2010. – 14 с.