

**ПОБУДОВА ФОРМАЛЬНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ З  
ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

**THE CONSTRUCTION OF FORMAL MATHEMATICAL SYSTEM MODELS WITH THE  
APPLICATION OF TRAINABLE ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

Внаслідок «уявної» простоти, широке застосування в комп'ютерних системах підтримки прийняття рішень в автоматизованих системах, призначених для вирішення широкого кола завдань (аналізу, проектування, діагностики технічного стану, синтезу та управління системами в різних областях: машинобудуванні, транспорті, енергетиці, екологічному та економічному моніторингу, медицині та інших), отримали формальні математичні моделі (ФММ) на основі статистичних моделей.

В умовах апріорної невизначеності вхідних даних вплив достовірності інформації про стан систем, яку можна отримати за допомогою ФММ, на процес прийняття рішень істотно зростає.

У даній роботі розглянуто застосування методу оцінювання параметрів статистичних моделей у формі односпрямованих

багатошарових штучних нейронних мереж, які вивчають, на основі методу стохастичної апроксимації, в якому реалізовано адаптивне управління обчисленнями відповідно до принципу мінімального обурення, а модифіковані імовірнісні критерії використовуються як функції вибору раціонального рішення, що забезпечує при наявності невизначеності вхідних даних стабільність та інформативність параметрів статистичних моделей, а також достатню з практичної точки зору точність апроксимації даних.

Проведено розрахунки і отримані результати навчання штучних нейронних мереж. На основі аналізу результатів чисельних досліджень стійкості різних методів навчання односпрямованих багатошарових штучних нейронних мереж були виявлені їх особливості.

**АНАЛИЗ ПРЕДПОСЫЛОК К РАСЧЕТУ ГИБКИХ ЭЛЕМЕНТОВ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

**THE COMPUTATION BACKGROUND ANALYSES OF FLEXIBLE STRUCTURAL  
ELEMENTS OF RAILWAY CONSTRUCTION**

Зависимость между размерами поперечных сечений и сопротивлением сжатых стоек открыта только в 1729 г. известным физиком Мушенбрэком. Основываясь на собственных многочисленных опытах, Мушенбрэк доказал эмпирически, что сопротивление сжатых стоек одинакового

сечения обратно пропорционально квадратам их длины.

Несмотря на всю важность вопроса о сопротивлении колонн, теоретическое его решение не могло быть достигнуто без помощи высшего анализа, и только около 1744 г. Леонард Эйлер дедуктивно вывел закон

## Тези доповідей 77-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті»

Мушенбрэка и тем положил начало теории продольного изгиба.

Эйлер исследовал девятьразных случаев изгиба, в том числе изгиб закрепленной одним концом цилиндрической колонны, сжимаемой продольной силой, приложенной к свободному концу оси. Исследования Эйлера привели его к заключению, что изгиб колонны длиной  $l_1$  возможен только при значении сжимающей силы. Силу эту он назвал силой колонны.

Эта теория Эйлера возбудила впоследствии много сомнений и разногласий и даже была сочтена за математический парадокс.

Исходя из приближенного дифференциального уравнения упругой линии, Эйлер определил то наименьшее значение сжимающей силы, которая может удержать первоначально слегка искривленный стержень в этом состоянии, когда причины, вызвавшие это искривление, устранены. Решая эту задачу, Эйлер отметил, что вопрос о прогибах стержня при силе, превышающей найденную им, может быть решен только при помощи интегрирования точного дифференциального уравнения, справедливого не только при малых, как приближенное уравнение, но и при больших, по сравнению с длиной, прогибах стержня. Позднее, в 1759 г. Эйлер исследовал некоторые случаи продольного изгиба непризматических стержней, а в 1778 г. решил задачу о продольном изгибе вертикального призматического стержня, защемленного нижним концом, под действием собственного веса.

Ф.С. Ясинский подверг обсуждению результаты опытных исследований продольного изгиба стержней, проведенных различными исследователями, и объяснил причину несоответствия некоторых из них с теоретической формулой Эйлера, заключающуюся в несовершенстве постановки

опытов, главным образом, в применении образцов с плоскими и закругленными концами.

Обработав по способу наименьших квадратов соответствующие результаты опытов Баушингера, Тетмайера и Консидера, он получил значения этих коэффициентов, приводящие к формулам:

для сварочного железа:

$$\sigma_{кр} = 3390,7 - 16,48 \frac{l}{l_{min}}$$

для литого железа и стали:

$$\sigma_{кр} = 3387 - 14,83 \frac{l}{l_{min}}$$

Прямые, определяемые этими уравнениями, были также нанесены на графики и достаточно хорошо легли между опытными точками. По сравнению с аналогичными формулами Тетмайера формулы Ф.С. Ясинского имели то преимущество, что основывались на значительно большем числе опытных данных, послуживших для вычисления путем математической обработки коэффициентов  $a$  и  $b$ .

Указанные предпосылки, наряду с результатами исследований проведенных Санжаровский и Трулем, являются необходимыми для разработки математического аппарата расчета гибких комбинированных элементов транспортных сооружений. В качестве комбинированной конструкции нами рассматриваются сталебетонные элементы круглого, квадратного и прямоугольного сечения, работающие в условиях сжатия со случайным эксцентриситетом. Результаты теоретических исследований сопоставляются с данными экспериментального определения несущей способности сжатых стоек.