

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВОЛНОГАСЯЩЕГО ЭФФЕКТА ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ

Максимова О.М.

*Инженерно-Строительный Институт
Сибирского Федерального Университета*

Для достижения поставленной цели решаются два типа задач: прямая и обратная. Все нейросетевые модели прогнозирования формируются с помощью нейроимитатора Statistica. Динамические расчеты (для обучающих паттернов и тестов) проведены на базе программного комплекса SCAD.

Используется разработанный автором практический метод шагового нейропрогнозирования [1]. Доучивание на каждом шаге осуществляется методами Back Propagation, Quick Propagation, Conjugate Gradients и Quasi Newton (одним из методов либо их сочетанием). Наиболее эффективными для всех решаемых задач оказались нейросетевые модели на базе радиально-базисной функции нейрона (RBF) с числом нейронов на скрытом слое, равном величине обучающего паттерна. Погрешность обучения на полной выборке составляет 10^{-11} - 10^{-15} .

Параметры *прямой задачи*:

- на входе 5-6 параметров – категория грунта (II, III), материал (тип 1, тип 2) и толщина фундаментной плиты (0,1 – 2,5м), длина (ширина) плиты (16 – 28м), частота вибрационного воздействия (10 – 62,8 рад/с), амплитуда воздействия (30 - 90 т);

- на выходе 8 параметров (характеристики напряженно-деформированного состояния (НДС)) – максимальные горизонтальные и вертикальные смещения опор и верхней части каркаса здания, максимальный изгибающий момент в колоннах и ригелях.

Задача 1. При фиксированной амплитуде вибрационного воздействия варьируются частоты колебаний, размеры плиты и категория грунта для двухпролетного 5-ти этажного здания (рис.1, б). Задача – выполнить нейропрогноз параметров НДС каркаса здания.

Точность обучения нейросети на каждом шаге составляет 10^{-13} – 10^{-14} . Погрешности для всех вышеперечисленных тестовых примеров находятся в пределах 2-4%, и 6% для чисел близких к нулю.

Аналогичная задача решена при фиксированной частоте и варьируемой амплитуде вибрационного воздействия. Погрешность обучения с доучиванием модели на базе метода Back Propagation составляет 10^{-13} .

Эти задачи можно объединить (не фиксировать частоту и амплитуду, а изменять их вместе с остальными входными параметрами). На точности прогноза это не сказывается. Погрешности остаются в тех же пределах.

Задача 2. Для каркаса одноэтажного большепролетного здания осуществить нейропрогноз параметров НДС (см. задачу 1). На входе 5 варьируемых параметров – категория грунта, толщина плиты, частота и амплитуда вибрационного воздействия. В отличие от задачи 1 в качестве входного параметра добавлен еще тип материала плиты. Размеры плиты фиксированы.

Тестовые примеры для нейропрогноза НДС выбраны произвольно. Точность обучения нейросети на каждом шаге составляет 10^{-14} . Погрешность прогнозирования выходных параметров находится в пределах 4%, и 5,5% - для чисел близких к нулю.

Особый интерес представляет *обратная задача* нейропрогнозирования. Сложность в ее решении заключается зачастую в неоднозначности результатов и здесь очень важно

понимание физической (механической) стороны задачи для их адекватной оценки. Один из примеров постановки:

- на входе 8 параметров – характеристики НДС здания (максимальные горизонтальные и вертикальные смещения опор и верхней части каркаса здания, максимальный изгибающий момент в колоннах и ригелях);

- на выходе 4-5 параметров – категория грунта (II, III), геометрические характеристики плиты (толщина от 0,1 до 2,5м, длина (ширина) от 16 до 28м), характеристики вибрационного воздействия (частота от 10 до 62,8 рад/с, амплитуда от 30 до 90 т).

Шаговый метод нейропрогнозирования позволяет успешно решить серию таких задач для двухпролетного 5-тиэтажного здания (рис.1, б) с приемлемой погрешностью до 4,3% .

В качестве входных данных могут выступать не только параметры напряженно-деформированного состояния конструкции, но и характеристики вибрационного воздействия (частота и амплитуда колебаний), а также категория грунта. Примером может служить следующая задача.

Задача 3. Каковы должны быть размеры сплошной фундаментной плиты (длина, ширина, толщина - выходные параметры), если известны частота и амплитуда воздействия, категория грунта, параметры НДС (входные параметры) для двухпролетного 5-ти этажного здания. Обучающий паттерн составляет 208 примеров.

В тестовом примере нейропрогнозирования, приведенном ниже (рис. 1) для грунта III категории, при частоте вибрационного воздействия 20 рад/с, амплитуде воздействия 30т и заданных параметрах НДС каркаса здания осуществлен прогноз размеров плиты в плане (16х16м) и толщины плиты (1м). Размеры плиты (var3) прогнозируются точно, толщина (var4) - с погрешностью 5%.

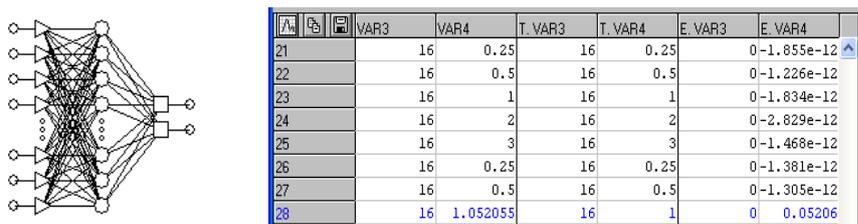


Рис. 1. Вид сети и результаты нейропрогноза размеров фундаментной плиты

Задача 4. Для каркаса одноэтажного большепролетного здания (рис.1, а) при фиксированных размерах (длина и ширина) фундаментной плиты выполнить прогноз толщины и материала плиты. Категория грунта, параметры вибрационного воздействия (частота и амплитуда), параметры НДС варьируются.

Пример функционирования обученной нейросети для этой задачи приведен на рис. 2. Относительная погрешность прогнозирования типа материала плиты составляет 1,25%, толщины плиты – 2,36%.

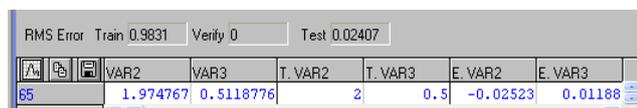


Рис. 2. Нейропрогноз типа материала (var2) и толщины (var3) сплошной фундаментной плиты

Погрешность прогноза для всех выше приведенных задач находится в пределах допустимого.

Успешное решение правильно поставленной обратной задачи при помощи шаговой нейросетевой технологии прогнозирования поможет подобрать параметры фундаментной

плиты, позволяющие повысить ее волногасящий и демпфирующий эффект при различной (произвольной) частоте и амплитуде вибрационного воздействия.