



- расчет фундамента;
- расчет подвального помещения;
- ведение справочников базы данных;
- формирование журнала вычислений;
- экспорт журнала вычислений в MS Excel;
- визуализация расчетов в графическом виде;
- выдача справочной информации о системе.

Данная система будет полезна проектировщикам строительных компаний, а также частным лицам, которые могут рассчитать финансовые затраты и ресурсы, необходимые для реализации их строительного проекта. Ее использование удешевит процесс расчета конструкций.

### Литература

1 Перспективы и проблемы жилищного строительства в Самарской области [Электронный ресурс]. URL: <https://sibac.info/studconf/econom/xxxvii/43535> (дата обращения: 22.05.2019).

2 Ленточный фундамент [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ленточный\\_фундамент](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ленточный_фундамент) (дата обращения: 22.05.2019).

П.А. Глотова, И.В. Лёзина

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КУРСА ВАЛЮТ РАДИАЛЬНО-БАЗИСНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика  
С.П. Королева)

Задача прогнозирования тех или иных временных рядов часто встречается в жизни человека. Так, например, актуальной задачей в сфере экономики является получение прогнозов курсов валют на ближайшее время. Однако решение подобной задачи вручную человеком обладает массой недостатков, таких как длительность процесса, необходимость обработки больших массивов информации, выявление тенденций и зависимостей, неизбежная субъективность полученного прогноза. Таким образом, решение задачи прогнозирования курса валют при помощи нейронной сети является оптимальным решением.

Искусственная нейронная сеть, предназначенная для решения задачи прогнозирования курса валют, имитирует работу головного мозга человека, тем самым реализует нелинейную функцию  $y = f(x)$ , где  $x$  – вектор, поступающий на вход нейронной сети, характеризующий последние  $n$  измерений курса, а  $y$  – прогнозируемое  $n+1$  значение курса валют.

Одной из сетей, которые целесообразно использовать при решении задачи прогнозирования является радиально-базисная сеть[1]. К преимуществам



радиально-базисной сети можно отнести простоту построения, так как сеть состоит из одного скрытого слоя и выходного суммирующего нейрона [2]. Это позволяет отбросить задачу подбора оптимального количества скрытых слоев. Отличительной особенностью сети является радиальная функция активации скрытых нейронов, значение которой монотонно убывает с увеличением расстояния от входного вектора до заданного центра.

В качестве радиальной функции активации была выбрана функция Гаусса, имеющая вид:

$$\varphi(x) = \exp\left(-\frac{\|x - c_j\|^2}{2\sigma_j^2}\right), \quad (1)$$

где  $x$  – входной вектор,  $c$  – центр,  $\sigma$  – радиус, определяющий величину области, в которой значение функции будет отличным от нуля.

Для обучения сети был выбран гибридный метод, состоящий из двух этапов:

- уточнение центров и радиусов радиальных функций активации нейронов скрытого слоя;
- подбор весов выходного нейрона методом псевдоинверсии[3].

Перед началом обучения временной ряд, характеризующий изменения курса валют с течением времени, разбивается на три части: первая часть используется для обучения, вторая – для тестирования, третья – для получения прогноза.

Для обучения сети была выбрана стратегия обучения offline с учителем, при которой все обучающие пары подаются одновременно. Сеть проходит множество циклов обучения до тех пор, пока прогнозируемое значение не будет соответствовать ожидаемому значению с некоторой точностью  $\varepsilon$ , определяемой пользователем.

Для реализации этапа уточнения центров и радиусов радиальных функций было выло выбрано два метода: наискорейшего спуска и самоорганизации.

В процессе обучения методом наискорейшего спуска минимизируется функция ошибки, имеющая вид:

$$E(x) = \frac{1}{2} \left( \sum_{i=1}^k \omega_i \varphi_i(x) - d \right)^2, \quad (2)$$

где  $k$  – количество нейронов скрытого слоя, а значения центров и радиусов уточняются с применением градиентного метода наискорейшего спуска по формулам:

$$c_i(t+1) = c_i(t) - \eta \frac{\partial E(t)}{\partial c_i(t)}, \quad (3)$$

$$\sigma_i(t+1) = \sigma_i(t) - \eta \frac{\partial E(t)}{\partial \sigma_i(t)}. \quad (4)$$

В процессе обучения методом самоорганизации множество векторов, приписанных одному центру, образуют кластер с центром, определяемым по формуле



$$c_i(\mathbf{k} + 1) = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^N x_j(\mathbf{k}), \quad (1.13)$$

где  $N$  – количество векторов  $x_j(\mathbf{k})$ , приписанных в  $k$ -ом цикле  $i$ -ому центру [3].

При фиксированных значениях центров радиусы  $\sigma_i$  устанавливаются равными евклидову расстоянию между центром  $c_i$  и его ближайшим соседом  $c_j$ .

После обучения, сеть проходит тестирование, в ходе которого на входы сети подается  $n$  членов временного ряда, вычисляется значение  $n+1$ , окно смещается на 1 позицию и процесс повторяется. В итоге вычисляется СКО значений, полученных при прогнозировании, от фактических значений, и коэффициент Тейла, которые характеризуют точность и адекватность прогноза.

Цель данной работы – реализовать автоматизированную систему прогнозирования курса валют радиально-базисной нейронной сетью. Реализованная система предлагает возможность прогнозирования не только курсов валют, но и прочих временных рядов.

В качестве тестовой выборки были использованы значения курса Иена к Доллару США за период с 18.04.2018 по 18.04.2019 [4]. Исследование работы сети показало следующие результаты при использовании сети, имеющей 25 нейронов скрытого слоя и 5 входов:

- СКО равное 0,03691 и значение коэффициента несовпадения Тейла равное 0,06719 для метода наискорейшего спуска;
- СКО равное 0,04066 и значение коэффициента несовпадения Тейла равное 0,06806 для метода самоорганизации.

Исходя из результатов проведенного исследования, можно сделать вывод, что метод наискорейшего спуска (график тестирования приведен на рисунке 1) дает результаты лучше, чем метод самоорганизации.

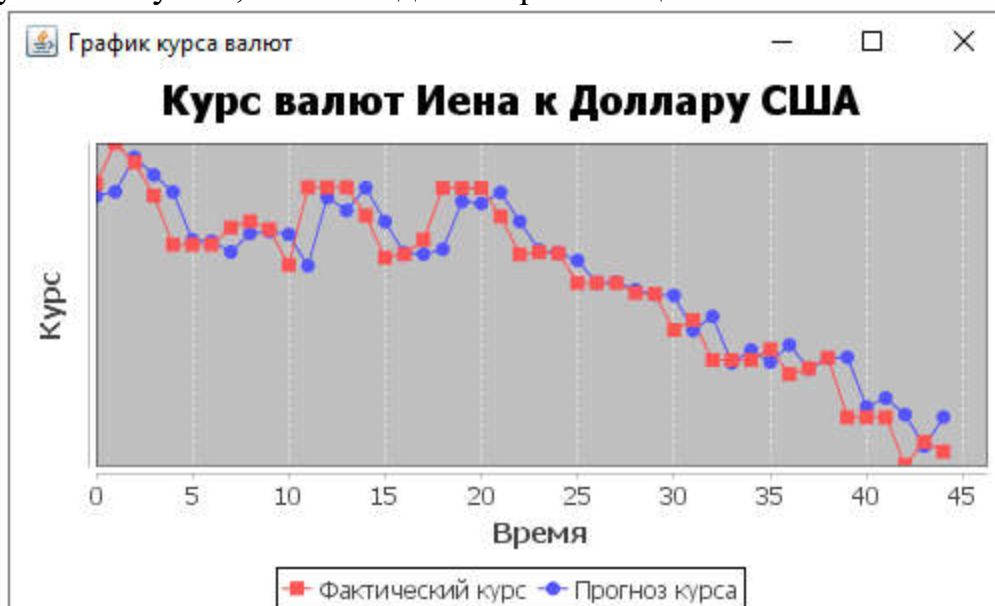


Рисунок 1 – График результатов тестирования нейронной сети, обученной с применением метода наискорейшего спуска



### Литература

1. Солдатова, О.П. Применение нейронных сетей для решения задач прогнозирования [Текст]/ О.П. Солдатова, В.В. Семенов // Исследовано в России: электрон, журн. - 136/060201. - С. 1269-1276. - Режим доступа к журн.: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2006/136.pdf>.
2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс [Текст]/ С. Хайкин; пер. с англ. Н.Н. Куусуль и А.Ю. Шелестовой, ред. Н.Н. Куусуль. – М. : Издательский дом “Вильямс”, 2006. – 1104 с. :ил. – Парал. тит. англ.
3. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст]/ С. Осовский; пер. с польск. И.Д. Рудинского, рец. И.Б. Фоминых. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 344 с. :ил.
4. Конвертер валют, курсы обмена валют [Электронный ресурс]/. – Электрон. текстовые дан. –, – Режим доступа: <https://ru.moneyrategoday.com/>, свободный.

В.В. Графкин, С.С. Финелонов

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ

(Самарский университет)

Работоспособность человека достаточно часто зависит от показателей качества воздуха в помещении, в котором он осуществляет деятельность. Основные требования к качеству воздуха в помещении указаны в ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». Мониторинг указанных показателей является актуальной задачей.

На сегодняшний день на рынке представлено не большое количество устройств систем контроля воздуха в помещении, из которых лишь часть имеет возможность оповещения и управления через смартфон. Большинство систем контроля имеют лишь простые методы оповещения пользователя о текущем состоянии микроклимата.

Автономные приложения, позволяющие осуществлять мониторинг параметров микроклимата, представлены весьма ограничено. Вместо них выступают приложения для «умных домов». Такие приложения рассчитаны на управление сразу множеством датчиков, камер видеонаблюдения, запорных устройств и т.п.

Среди таких приложений бесспорным лидером является приложение от китайской компании Xiaomi – Mi Home [1]. Функционал приложения полностью контролирует работу фирменных датчиков, начиная от датчиков воздуха, заканчивая умными лампочками.

При наличии фирменного смартфона Xiaomi, Mi Home позволяет управлять устройствами через ИК порт. Основное внимание уделено так называемым сценариям, в которых пользователь сам создает определенные условия,