

Разработка механизма интеллектуального управления отношениями «студент-преподаватель» в пространстве виртуального образования с применением нейронных сетей

Цель исследования. В статье рассматривается решение проблемы регулирования преподавательских и студенческих отношений с использованием нейронных сетей для бимодальных электронных университетов. Для этого в первую очередь исследуются подходы других авторов к этой теме.

Известно, что в бимодальных электронных университетах студенты проходят обучение как в традиционном порядке, так и вне класса (в дистанционной форме).

Исследования показывают, что для традиционных университетов имеют разные подходы с применением экспертных систем, генетических алгоритмов по решению этой проблемы. Тем не менее, проблема не решена применением нейронных сетей, а также для студентов, которые имеют вне кампуса.

Известно, что отношения между преподавателями и студентами в университетах регулируются учебным планом.

Материалы и методы. Расписания курсов доступны в различных сочетаниях.

Сочетание учебной программы определяется раз в начале каждого семестра для традиционного образования, но эти комбинации постоянно меняются в среде дистанционного обучения. Эти изменения происходят из-за требования независимости времени и пространства для дистанционных учебных сред. Это указывает на актуальность проблемы и совместимость применение нейронных сетей для решения проблемы.

В представленной статье, для решения проблемы расписанию занятий рассматривается как матрица. Как известно, легче обрабатывать элементы матрицы, когда она находится в форме цифр.

С этой целью предметы, которые будут преподаваться в группе, пронумерованы в соответствии с преподавателями, которые будут их обучать. Затем расписание занятий составляется в произвольной комбинации матриц 3×5 в соответствии с недельной учебной программой.

Методы исследования. Процесс решения реализован в среде MATLAB.

Для упрощения процесса решения, составленная матрица преобразуется в одну строковую матрицу с помощью команды RESHAPE. Затем все комбинации одно строковой матрицы получаются путем применения функции PERMS. В результате получается $15! \times 15$ — мерная матрица. Эта матрица используется в качестве целевой матрицы нейронной сети.

После этого недельный график занятий каждого преподавателя также составляется как матрица 3×5 , называется «матрица занятости преподавателей» и отмечается как $M(I)$ в соответствии с номерами преподавателей. Элементы «матриц занятости преподавателей» могут получать значению «0» или «1». Значение матричного элемента равно «0», указывает что преподаватель занят, а «1» свободен.

На следующем этапе «матрица занятости» для каждого преподавателя превращается в линейную матрицу 1×15 .

Затем составляется матрица ввода, которая объединяет элементы «матрицы занятости» преподавателей с каждым элементом целевой матрицы.

Весовые коэффициенты для нейронов определяются в виде разности из целевой матрицы входной матрицы.

Результаты исследования. Таким образом, задача вводится в двумерное линейное уравнение.

Потом выбирается, настраивается и обучается Модель нейронной сети в соответствии с условиями проблемы.

Заключение. В конце концов, сеть тестируется с входными ценами, которые соответствуют интересам пользователя. Представляется расписание занятий в соответствии с полученными результатами.

В конце статьи объясняется, полезен стороны метода для процесса дистанционного обучения.

Ключевые слова: Нейронная сеть, newlind, дистанционное обучение, бимодальный электронный университет, матрица, модель off campus, reshape, perms, train, simulate, matlab, интеллектуальное расписание занятий

Quseyn Alekber ogly Qasimov

Nakhchyvan State University, Ordubad, Azerbaijan

Development of the mechanism of intellectual management of “student-lecturer” relations in the space of virtual education with the use of neural networks

Research objective. The paper deals with the solution of the problem of regulation of lecturer and student relations using neural networks for bimodal electronic universities. First, the approaches of other authors to this topic are explored.

It is known that in bimodal electronic universities, students are trained both in the traditional order and outside the classroom (in distance form). Studies show that for traditional universities there are different approaches with the use of expert systems, genetic algorithms to solve this

problem. However, the problem is not solved using neural networks, as well as for students who have an off-campus.

The relationship between lecturers and students in universities is regulated by the schedule of lessons.

Materials and methods. Schedule of lessons is available in various combinations.

The combination of the schedule of lessons is determined once in the beginning of each semester for traditional education, but these combinations are constantly changing in the distance learning environment. These changes are due to the requirement of independence of time and space for distance learning environments. This indicates the relevance of the problem and the compatibility of the use of neural networks to solve the problem. In the presented paper, to solve the problem, the schedule of classes is considered as a matrix. As you know, it is easier to process matrix elements when it is in the form of numbers.

To this end, the subjects to be taught in the group are numbered according to the lecturers who will teach them. Then the schedule of lessons is compiled in an arbitrary combination of matrices 3×5 in accordance with the weekly schedule of lessons.

Methods of research. The solution process is implemented in the MATLAB environment.

To simplify the solution process, the matched matrix is converted to a single row matrix using the RESHAPE command.

Then, all combinations of a single row matrix are obtained by applying the PERMS function. As a result, we obtain $15! \times 15$ — dimensional matrix. This matrix is used as the target matrix of the neural network.

Введение

Успехи каждого высшего учебного заведения зависят от правильности составления учебных занятий с учетом пожеланий как преподавателей, так и студентов. В настоящее время международным научно-образовательным сообществом принято выделять три типа электронных университетов [6], [5], [1]. Наиболее распространенными из них являются бимодальные электронные университеты, которые позволяют студентам учиться как традиционным, так и дистанционным способом [3].

Одним из основных направлений деятельности традиционных и электронных университетов является успешное управление учебным процессом. Этот процесс напрямую связан с идеальным регулированием отношений между преподавателем и учеников.

Составление расписания учебного процесса высших учебных заведений всегда носит характер сложной работы, так как необходимо учитывать многие параметры: оснащенность аудиторий специальным оборудованием, разбросанность учебных корпусов, пожелания преподавателей, работающих по совмещению, и т.д. [16].

Естественно, более гибкий и точный алгоритм будет служить пользователю более эффективно. Поэтому алгоритм разработки учебной программы всегда был предметом реальных исследований. Каждый новый метод обработки информации вызывает у исследователей много вопросов, при обсуждении которых выносятся замечания, пожелания в научной литературе, на конференциях. В свою очередь обсуждения помогают выработать наиболее эффективную систему управления учебным процессом.

After that, the weekly schedule of each lecturer's training is also compiled as a matrix of 3×5 , called the “lecturer employment matrix” and is marked as $M(I)$ according to the numbers of the lecturers. Elements of “lecturer employment matrices” can get the value “0” or “1”. The value of the matrix element is “0”, indicates that the lecturer is busy, and “1” is free.

At the next stage, the “employment matrix” for each lecturer turns into a linear matrix 1×15 .

Then an input matrix is constructed that combines the elements of the “employment matrix” of lecturers with each element of the target matrix.

The weight coefficients for neurons are defined as the difference from the target matrix of the input matrix.

Results of the study. Thus, the problem is introduced into a two-dimensional linear equation.

Then, the neural network model is selected, tuned and trained in accordance with the conditions of the problem.

Conclusion. In the end, the network is tested with input prices that correspond to the interests of the user. The schedule of lessons according to the received results is represented.

At the end of the paper, the method side for the distance learning process is useful.

Keywords: neural network, distance learning, bimodal electronic university, matrix, off campus model, reshape, perms, train, simulate, MATLAB, intellectual schedule of lessons

Постановка задачи

В университетах эти отношения регулируются учебным планом. В зависимости от формы обучения требования к составлению графика учебного плана различаются. На первый взгляд расписание занятий выглядит как некая конкретная комбинация предметов. Для достижения качественного уровня учебного процесса, соответствия регулирующим документам любое расписание должно удовлетворять объективным и субъективным условиям. Некоторые условия представлены ниже:

1. Минимальное количество занятий у обучающегося в день;
2. Максимальное количество часов учебной нагрузки в неделю на каждого обучающегося;
3. Максимальное количество занятий у обучающегося в день;
4. Минимизация окон у обучающихся;
5. Учёт временных расстояний между корпусами при смене корпуса обучающимся;
6. Учёт пожеланий преподавателей;
7. Цикл занятий по дисциплине не должен заканчиваться лекционным занятием, если есть семинарские (практические) занятия;
8. Цикл занятий по дисциплине не должен начинаться с семинарского (практического) занятия, если есть лекционные занятия;
9. К каждому лекционному занятию все группы потока должны подходить, получив одинаковое количество часов семинарских (практических) занятий;
10. Не проводить более двух лекций по одной и той же дисциплине в день и не более одного/двух семинарских занятий по одной и той же дисциплине в день;

11. Минимальное количество занятий у преподавателя в день;

12. Максимальное количество занятий у преподавателя в день;

13. Минимизация окон у профессорско-преподавательского состава (далее ППС);

14. Минимизация переработок преподавателей согласно штатного расписания;

15. Минимизация количества одновременно проводимых одинаковых дисциплин в учебном заведении в одно и то же время. Это напрямую влияет на количество выделяемого ППС для обеспечения учебной нагрузки;

16. Максимальное использование аудиторного фонда. Сюда можно отнести требования к максимально плотному размещению обучающихся по аудиториям согласно вместимости последних, а также минимизацию простоя помещений;

17. Учёт временных расстояний между корпусами при смене корпуса преподавателем [2].

Тем не менее, опубликованный на сайте <http://pulsar.ru>, «Требование планов распространения в вазе. Что я могу знать?» Является более широким изображением и состоит из следующего:

В традиционных университетах учебная программа составляется в начале каждого семестра, и до конца семестра как преподавателя, так и студенты встречаются в назначенных аудиториях в указанное в этой таблице время. До сих пор при выполнении этого процесса были созданы автоматические или полуавтоматические системы с использованием генетических алгоритмов, многомерных систем линейных уравнений и экспертных систем и т. д.

Старший преподаватель кафедры гуманитарных и естественных наук Балаковского филиала Саратовской государственной юридической академии Н.Б. Яндыбаева представляет математическое моделирование учебной программы в статье «Генетический алгоритм оптимизации графика уроков высших учебных заведений». В решении проблемы автор предлагает использовать генетические алгоритмы на основе стохастического метода и показывает основные критерии [21].

Астахова И.Ф. и Фирас А.М. представили разработанное программное обеспечение и результаты экспериментов с использованием эволюционной модели генетических алгоритмов в разработке расписания занятий в статье «Создание расписание занятий на основе генетического алгоритма» [18].

Снитюк В.Е. и Сипко Е.Н. предложили модель и метод формирования целевой функции с ее последующей оптимизацией на основе применения эволюционных технологий и матричного представления расписания [10].

Береговых Ю.В., Васильев Б.А., Володин Н.А. анализировали задачи составления распи-

сания занятий, предложили алгоритм составления расписания занятий и возможный путь его развития с использованием генетического алгоритма [20].

Ерунов В.П. и Морковин И.И. в статье «Формирование оптимального расписания учебных занятий ВУЗЕ» показывают, что расписание занятий должно быть разработано в два этапа. На первом этапе в автоматизированном режиме формируется обезличенное расписание занятий, на втором этапе с целью оптимизации труда преподавателей и учета их педагогического опыта, в обезличенном расписании расставляют наименование дисциплин и видов занятий с учетом пожелания преподавателей. Авторы решили поставленную задачу с применением генетического алгоритма [12].

Кандидат технических наук Ризун Н.О. в своей статье «Применение методов декомпозиции при решении многокритериальной задачи автоматизации составления расписания учебных занятий в ВУЗе» предложил методику применения принципов декомпозиции при решении задачи автоматизации составления расписания учебных занятий в ВУЗе. Автор рассмотрел особенности реализации данной методики с использованием инструментов электронных таблиц Excel [4].

Бурнасов П.В. проанализировал жесткие и нежесткие ограничения в задаче составления расписания. Описал математическую постановку задачи составления расписания занятий в вузе, отличающуюся от существующих возможностью обучения студентов при помощи виртуальных групп и подгрупп, в условиях несовпадения требований и пожеланий преподавателей и обучающихся. Созданная математическая постановка позволила учесть специфику различных учебных заведений [9].

Безгинов А.Н., Требугов С.Ю. предложили многокритериальный подход к оценке расписания на основе аппарата нечеткой логики [8].

Вишнякова И.Н., Разумов С.Ю. в статье «Моделирование и автоматизация составления расписания учебных занятий вузов» рассмотрели методы автоматизированного составления расписания занятий ВУЗа и представили полученные результаты по созданию расписания в полуавтоматическом режиме [11].

Хасухаджиев А.С., Сибикина И.В. описали особенности процесса составления расписания в высших образовательных учреждениях, провели классификацию типов расписаний и требований к их составлению. Авторы отметили, что создание расписания — не одномоментный акт, во время учебного процесса может потребоваться его уточнение. Поэтому развитие базы знаний правил для автоматической генерации расписаний по-прежнему остается актуальной задачей [19].

Кандидат технических наук Клеванский Н.Н. в статье «Формирование расписания занятий высших учебных заведений» представил основные концепции и подходы в реализации задач формирования расписаний для набора независимых заявок. Автор предложил основные критерии в задачах выбора при формировании и оптимизации расписаний [14].

Кандидат технических наук Саитов Н.Ж. исследовал проблемы составления расписания занятий в вузах при организации учебного процесса, основанного на кредитных технологиях и разработал интеллектуальную систему принятий решений при составлении расписания учебных занятий AVN Schedule Maker [16].

В статье «Штрафные функции в задаче составления расписания занятий» Снитюк В.Е., Сипко Е.Н. предложили использование штрафных функций при определении качества расписания. Разработали метод генерации потенциальных расписаний на основе использования штрафных функций. Определили структурные особенности и конструктивные элементы штрафных функций [17].

Безуглый М.А., Секирин А.И. в статье «Методы повышения эффективности составления расписания в условиях учебного заведения» дали определение понятий «ограничения» и «предпочтения» для построения расписания занятий для ВУЗов. Сравнивали недостаток и преимуществ методов целочисленного программирования, теории графов, муравьиной колонии, имитации отжига, агентного подхода, и др. [15].

В статье «Обзор методов составления расписания вузов», которую опубликовали Дворянкин А.М. и Чалышев В.С., рассмотрены методы решения задачи составления расписания и проведен их сравнительный анализ [7].

Кроме этих подходов встречается готовые экспертные системы для разработки составления расписания занятий для ВУЗа, например: системы «АВТОРасписание», «DKTimeTable», «Ректор» и другие.

Таким образом, обзор научных исследований показал, что вопрос разработки и составления учебного расписания для вузов по-прежнему может считаться актуальной проблемой, внедряются новые методы и технологии при возникновении новых условий.

Существует много способов решения этой проблемы для традиционных университетов, но в результате исследований не найдены интеллектуальные методы решения проблем для электронных университетов. Учитывая требования электронного университета, целесообразно использовать нейронные сети в процессе решения этой проблемы. Эти требования и процесс решения проблемы с применением нейронных сетей представлены ниже.

Наиболее значимым отличием традиционного и дистанционного обучения является от-

ношения между преподавателем и студентом. При дистанционной форме обучения студенты и преподаватели поддерживают прямой связь только тогда, когда это необходимо. В этом случае используются ИКТ и инструментальные средства, устраняется зависимость очной аудитории. В то же время регулировать встречи студентов и преподавателей для дистанционного обучения труднее, так как студенты и преподаватели не всегда могут «выйти на связь» в одно и то же время при необходимости одной из сторон, чтобы слушать и обсуждать конкретную тему. Параметры расписания занятий, то есть день и час, часто меняются в зависимости от выбора преподавателя и студента. И одно из требований, вытекающих из этого, наличие необходимой комбинации занятий, которые подходят для преподавателей и студентов, которые заносятся в таблицу.

Главная задача настоящего метода — обеспечить максимально возможное значение свободной времени для преподавателей и студентов.

В статье представлен метод решения проблемы с использованием искусственных нейронных сетей. Предлагаемый метод обеспечивает интеллектуальное регулирование отношений между преподавателем и студентом в обоих направлениях бимодального университета. На первый взгляд эта проблема может показаться простой для нейронных сетей, но, глядя на полную архитектуру расписания занятий, кажется, что совместимость между компонентами сложна, а также многие комбинации совместимости.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) — математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма. [13]

Описание расписание занятий в виде матрицы

Рассмотрим архитектуру отношений между преподавателем и учеником для традиционного университета. Общий график занятий для университета состоит из серии занятий отдельных групп. Учебная программа каждой группы может быть описана как отдельная матрица. Определим условное имя матрицы как «С». Таким образом, каждая матрица $C(Q)$ будет содержать 15 элементов $C(q)s, g, s = 1, 3, g = 1, 5$ и $Q = 1..H$. Где H — количества групп в университете. Каждый элемент будет содержать ежедневные занятия и дни недели.

Каждый элемент $C(q)s, g$ содержит отдельную занятию.

$$C_{s,g} \mapsto d... (d \in D_i, i = 1..k) \quad (1)$$

Занятие представляет собой комбинацию нескольких параметров. Эти параметры включают следующее:

- Предмет отмечается как f и включен в множество предметов F . ($f \in F$, $e = 1..e$);
- Тип предмета обозначается как n , и он получает такие оценки, как лекции, семинары и лабораторные занятия;
- Преподаватель, который преподает науку, отмечается как m и включен в множество преподавателей ($m \in M$, $t = 1..T$).

Учитывая их, занятие можно охарактеризовать как $d = f + n + m$.

Предполагается, что основным параметром в таблице является преподаватель, так как один преподаватель может преподавать в разных группах. Таким образом, матрицу таблицы можно описать следующим образом.

$$C_{s,g} \mapsto m... (m \in M, t = 1..T) \quad (2)$$

Но поскольку матричные элементы являются числами, необходимо представить преподавателей цифрами, как показано в табл. 1.

Таблица 1

Замена имен преподавателей цифрами

Предмет	Тип	Преподаватель	Цифровой показатель
Культура речи	Лекция	Бабаев А.Г.	1
Культура речи	Семинар	Бабаев А.Г.	1
Высшая математика	Лекция	Александров Б.Б	2
Высшая математика	Семинар	Мамедов А.Т.	8
Высшая математика	Семинар	Мамедов А.Т.	8
Физика	Лекция	Караев А.Г.	3
Физика	Лаборатория	Джабраилова З.К.	9
История	Лекция	Зейналов И.Б.	4
История	Семинар	Зейналов И.Б.	4
Основы права	Лекция	Гадимов А.А.	5
Основы права	Семинар	Гадимов А.А.	5
Введение в экономику	Лекция	Багиров М.С.	6
Введение в экономику	Семинар	Багиров М.С.	6
Микроэкономика	Лекция	Алекберов А.У.	7
Микроэкономика	Семинар	Алекберов А.У.	7

Теперь учебную программу можно описать как матрицу.

$$C(1) = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 6 & 8 & 9 \\ 3 & 1 & 4 & 4 & 6 \\ 7 & 5 & 8 & 5 & 7 \end{pmatrix} \quad (3)$$

Вместе с учебным планом группы можно также описывать недельный график работы преподавателей в качестве матрицы. Условно назовем эти матрицы $M(t)$. Матрица $M(t)$ также имеет 15 элементов.

$$M_{s,g} \mapsto Y \quad (4)$$

Элементы этой матрицы принимают значение 0 или t . Здесь 0 показывает, что преподаватель « t » занят, а t свободен в тот же час. График занятости преподавателей $t = 1, t = 2, t = 4$ после построения расписания уроков для группы $C(1)$ выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} M(1) &= \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, \\ M(2) &= \begin{pmatrix} 2 & 0 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 2 & 2 \end{pmatrix}, \\ M(4) &= \begin{pmatrix} 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 0 & 0 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (5)$$

Следовательно, основным требованием для создания таблицы является то, что любой преподаватель не участвует в одной и той же группе в течение того же занятия.

Для идеальной конструкции таблицы необходимо установить веса для каждого элемента матрицы $C(q)s, g$, чтобы вес был компенсирован двумя другими условиями.

1. Значение, присвоенное определенному элементу матрицы C , не соответствует одному и тому же индексированному элементу в других матрицах C .

$$C_q(M_{s,g}) \neq C_p(M_{s,g}); \quad (6)$$

$$P = 1..H; \quad (7)$$

$$P \neq Q \quad (8)$$

2. Значение, присвоенное определенному элементу матрицы C , соответствует одному и тому же индексированному элементу в определенных матрицах « M »

$$C_q(M_{s,g}) = T = M_t(Y_{s,g}) \quad (9)$$

Условия задачи для решения проблемы

В процессе решения задачи требуется найти комбинацию матрицы « C », элементы которой отвечают вышеупомянутым условиям. Для этого необходимо выполнить следующие последовательности:

Предоставление всех комбинаций матрицы « C » или подготовка выходной матрицы;

Соответствие совпадений графиков преподавателей по каждому элементу этих комбинаций;

Нахождение разницы между соответствующими комбинациями матрицы « C » и соответствующей комбинацией матриц преподавателя;

Выбор совместимой нейронной сети и его построение, обучение, проверка

Подготовка матрицы выходных значений для нейронной сети

Для решения проблемы мы используем среду MATLAB. Хорошо известно, что использование линейных матриц в качестве входных весов нейронных сетей более уместно. Поэтому прежде всего, необходимо преобразовать матрицу « C » в матрицу размером 1×15 . Для этого используем функцию *reshape*.

$$C = \text{reshape}(C, 1, 15) \quad (10)$$

На следующем этапе требуется получить все комбинации элементов матрицы « C ». Чтобы получить все комбинации элементов матрицы « C », мы используем функцию *perms*, и называем полученную матрицу « CED ».

$$CED = \text{perms}(C) \quad (11)$$

В результате получается новая матрица CED_{ij} .

Здесь $i = \overline{1, 15!}$ и $j = 15$.

Таким образом, мы получаем выходную или целевую матрицу для нашей сети, которая станет наиболее подходящей комбинацией занятий для исследуемой.

Подготовка матрицы входных значений для нейронной сети

На первом этапе необходимо найти соответствие графиков преподавателей по каждому элементу матрицу CED и объединить их в единую матрицу, т.е. первоначально создадим новую нулевую матрицу и условно назовем ее « MK » (Комбинация преподавателей).

$$MK = \text{zeros}(1307674368000, 15) \quad (12)$$

На втором этапе преобразуем все матрицы «занятости преподавателей» в линейную матрицу. После этого для получения совпадений графиков преподавателей по каждому элементу матрицу CED используем следующий код программы.

$$\begin{aligned} &\text{for } n = 1: 1307674368000 \\ &\text{for } o = 1:15 \\ &p = CED(n, o); \\ &q = \text{eval}(p); \\ &MK(n, o) = q(1, o); \\ &\text{end}; \\ &\text{end}; \end{aligned} \quad (13)$$

Следующий этап решения задачи – это нумерация одинаковых комбинаций. Для этого добавляем следующий 16-ый столбец к матрицам CED и MK . Например, после выполнения этого шага получились такую комбинацию как:

$$MK = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 & 1 & 0 & 0 & 8 & 2 & 4 & 6 & 8 & 4 & 5 & 9 \\ 1 & 3 & 5 & 7 & 1 & 0 & 0 & 8 & 2 & 4 & 6 & 8 & 4 & 5 & 9 \\ 1 & 3 & 5 & 7 & 1 & 0 & 0 & 8 & 2 & 4 & 6 & 8 & 4 & 5 & 9 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 2 & 6 & 8 & 7 & 9 & 5 & 2 & 1 & 0 & 0 & 3 & 3 & 5 & 4 & 4 \end{pmatrix} \quad (14)$$

Видно, что в полученной матрице первые три строки одиноковые. Это будет проблемой для сети по принятию решения. Но после добавления 16-ой строки матрица MK будет в следующем виде:

$$MK = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 & 1 & 0 & 0 & 8 & 2 & 4 & 6 & 8 & 4 & 5 & 9 & 1 \\ 1 & 3 & 5 & 7 & 1 & 0 & 0 & 8 & 2 & 4 & 6 & 8 & 4 & 5 & 9 & 2 \\ 1 & 3 & 5 & 7 & 1 & 0 & 0 & 8 & 2 & 4 & 6 & 8 & 4 & 5 & 9 & 3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 2 & 6 & 8 & 7 & 9 & 5 & 2 & 1 & 0 & 0 & 3 & 3 & 5 & 4 & 4 & 1 \end{pmatrix} \quad (15)$$

Также добавляем 16-ый столбец и в матрицу CED . После этого получается матрица MK с динамически переменными элементами. Элементы этой матрицы будем использовать как входные значения для нейронной сети.

Подготовка матрицы весовых значений для нейронов

Как весовые значения для нейронов будем использовать элементы матрицы « CEK ». Элементами этой матрицы будем получать следующим образом:

$$CEK_{ij+1} = CED_{ij+1} - MK_{ij+1} \quad (16)$$

Выбор подходящей нейронной сети

После выполнения предыдущих этапов получается, что наша задача похожа на решения двух переменную линейную уравнению.

$$C = AX + BY \quad (17)$$

$$A = 1; B = 1 \quad (18)$$

Для нашей задачи уравнение можно написать в следующем виде, потому что линейная нейронная сеть более соответствует нашей задаче:

$$CED_{ij+1} = CEK_{ij+1} + MK_{ij+1} \quad (19)$$

Следующие шаги – это описание и обучение нашей сети:

$$Net = \text{newlind}(MK, CED, CEK) \quad (20)$$

$$Net = \text{train}(net, MK, CED) \quad (21)$$

Рисунки сетью и графики, получаемые во время обучения сети, представлены ниже (рис. 1, рис. 2, рис. 3).

После обучения сети запускается ее тестирование. Допустим мы хотим найти первую пару совпадений комбинаций – занятие по истории, четверг, первый урок. Место остальных занятий при тестировании неважно.

Подготовим тестовую линейную матрицу: присвоим четвертому элементу значение «4», а

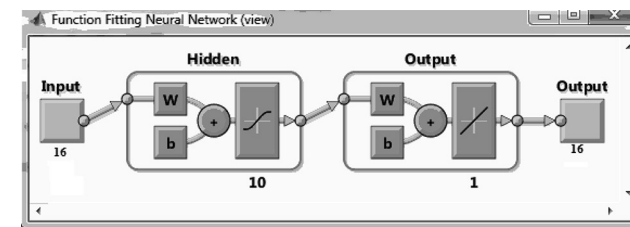


Рис. 1 Архитектура нейронной сети

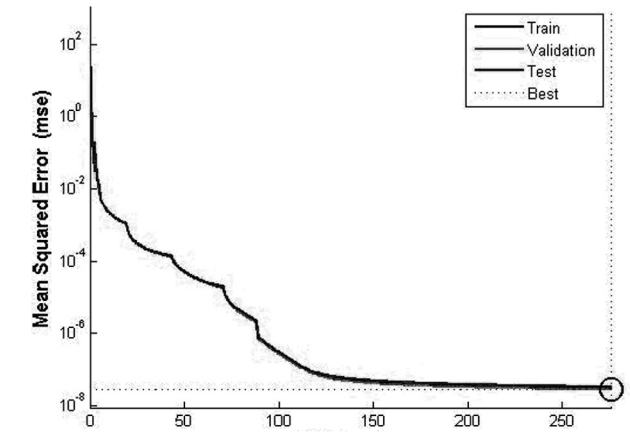


Рис. 2 Обучение нейронной сети

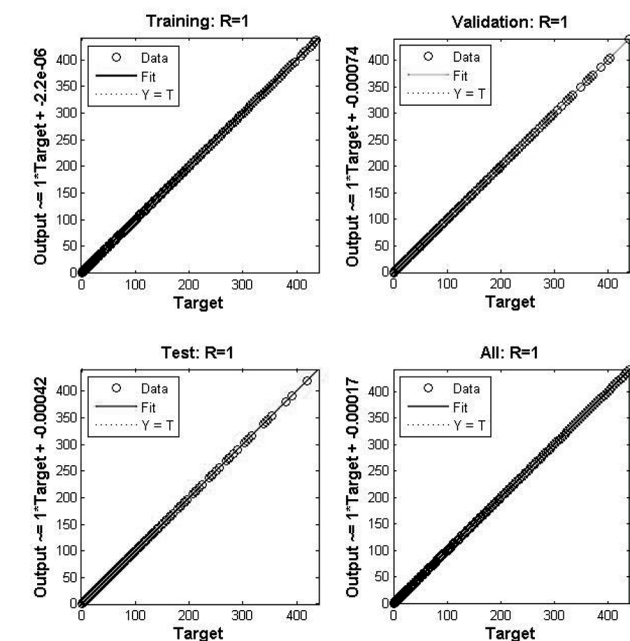


Рис. 3 Получаемые результаты после обучение нейронной сети

Комбинация таблицы, представленной нейронной сетью

	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница
1-е занятие	Культура речи (л)	Культура речи (с)	Высшая математика (с)	История (л)	Физика (л)
2-е занятие	Высшая математика (л)	Физика (лаб)	История (с)	Высшая математика (с)	Микроэкономика (л)
3-е занятие	Введение в экономику (л)	Основы права (л)	Введение в экономику (с)	Микроэкономика (с)	Основы права (с)

остальным — «0». Присвоенное 16-му элементу значение «1» показывает первое совпадение.

$$Test = [0 \ 0 \ 0 \ 4 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1] \quad (22)$$

$$Kom = sim(net, test, CEK) \quad (23)$$

Получаем ответ сетью таким образом:

$$Kom = [1.001 \ 0.9998 \ 7.958 \ 4.001 \ 3.001 \ 2.035 \ 8.995 \ 8.001 \ 3.990 \ 6.890 \ 6.001 \ 4.998 \ 5.879 \ 6.889 \ 5.001 \ 1.001] \quad (24)$$

Округляем ответ:

$$Kom = round(kom) = [1 \ 2 \ 8 \ 4 \ 3 \ 1 \ 9 \ 8 \ 4 \ 7 \ 6 \ 5 \ 6 \ 7 \ 5 \ 1] \quad (25)$$

Получается, что наше расписание в виде матрицы принимает следующий вид:

$$C(I) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 8 & 4 & 3 \\ 2 & 9 & 4 & 8 & 7 \\ 6 & 5 & 6 & 7 & 5 \end{pmatrix} \quad (26)$$

А само расписание будет представлено в виде таблицы (табл. 2).

Заключение

Проведенный в работе анализ имеющихся наработок по внедрению автоматизированной системы составления расписания показал, что это довольно актуальная тема, особенно при изменении как внешних, так и внутренних условий, и факторов она может решаться разнообразными методами. В данной работе был показан метод составления расписания с применением нейронных сетей. Этот механизм отвечает требованиям дистанционного обучения, когда студент и преподаватель разорваны по времени и в пространстве. При составлении расписания таким методом студент будет видеть необходимые ему занятия и расписание преподавателя, сможет определить совпадения по времени, выбрать группу и т.д., т.е. обеспечить себе полноценное обучение.

Исследования ученых продолжают совершенствовать методы применения нейронных сетей, которые позволяют разрабатывать наиболее эффективные системы составления и внедрения учебного расписания с учетом разнообразных требований.

Таблица 2

Литература

1. The Open University. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://www.tec.open.ac.uk/systems/st.html>
2. Требования, предъявляемые к составлению расписания в вузе. Что необходимо знать? [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://www.pulsar.ru/news/1629/>
3. Məmmədova M.H., Qasımov H.Ə. "e-universitet: konseptual, texnoloji və arxitektura yanaşmalar" // informasiya texnologiyaları problemləri. [Электрон. ресурс] 2017. №2. С. 56–68. Режим доступа: <http://jpit.az/az/journals/189> DOI: 10.25045/jpit.v08.12.06 (на Азербайджанском языке)
4. Rizun Nina. The Use of Decomposition Methods in the Solution of a Multicriterion Problem of Automation of Schedule Creation in Institutes of Higher Education // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2013.
5. The IBM global campus [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://ike.engr.washington.edu/igc/>
6. Yenbamrung, petamaporn. The emerging electronic university: distance education for the twenty-first century. 16th World conference of the international council for distance education. Bangkok: icde, 1992. P. 317–321
7. Дворянкин А. М., Чалышев В. С. Обзор методов составления расписания вузов // Известия Волгоградского Государственного Технического Университета. 2011. № 9. С. 110–113.
8. Безгинов А. Н., Трегубов С. Ю. Многокритериальный подход к оценке расписания занятий на основе нечеткой логики // Проблемы управления. 2011. № 2. С. 52–59
9. Бурнасов П.В. Математическая постановка задачи составления расписания занятий // Вестник ИрГТУ. [Электрон. ресурс]. 2014. № 4 (87). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematiceskaya-postanovka-zadachi-sostavleniya-raspisaniya-zanyatiy> (дата обращения: 27.09.2018).
10. Снитюк В.Е., Сипко Е.Н. Об особенностях формирования целевой функции и ограничений в задаче составления расписания занятий // Математичні машини і системи. 2014. № 3. С. 88–95.
11. Вишнякова И.Н., Разумов С.Ю. Моделирование и автоматизация составления расписания учебных занятий вузов // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. 2007. [Электрон. ресурс]. № 17. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-i-avtomatizatsiya-sostavleniya-raspisaniya-uchebnyh-zanyatiy-vuzov> (дата обращения: 27.09.2018).
12. Ерунов В.П., Морковин И.И. Формирование оптимального расписания учебных занятий в вузе // Вестник ОГУ. [Электрон. ресурс].

2001. №3. Режим доступа: http://vestnik.osu.ru/2001_3/7.pdf (дата обращения: 27.09.2018).

13. Искусственная нейронная сеть. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/искусственная_нейронная_сеть

14. Клеванский Н.Н. Формирование расписания занятий высших учебных заведений // Образовательные ресурсы и технологии. [Электрон. ресурс]. 2015. №1 (9). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-raspisaniya-zanyatiy-vysshih-uchebnyh-zavedeniy> (дата обращения: 27.09.2018).

15. Безуглый М. А., Секирин А. И. Методы повышения эффективности составления расписания в условиях учебного заведения // Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Компьютерная и программная инженерия — 2015. Донецк: Донецкий национальный технический университет, [Электрон. ресурс]. 2015. Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2016/fknt/bezuglyi/library/6.htm>

16. Саитов Н.Ж. Проблемы составления расписания занятий в ВУЗах при организации учебного процесса, основанного на кредитных технологиях // Universum: Технические науки. [Электрон. ресурс]. 2016. № 2 (24). Режим доступа: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/2969>.

17. Снитюк В.Е., Сипко Е.Н. Штрафные функции в задаче составления расписания занятий // Математичні машини і системи. 2015. № 3.

18. Астахова И.Ф., Фирас А.М. Составление расписания учебных занятий на основе генетического алгоритма // Вестник ВГУ, серия: системный анализ и информационные технологии. 2013. № 2. С. 93–99.

19. Хасухаджиев А.С., Сибикина И.В. Обобщенный алгоритм составления расписания в вузе с учетом новых требований федеральных государственных образовательных стандартов // Вестник АГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. [Электрон. ресурс]. 2016. №3. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obobshchennyy-algoritm-sostavleniya-raspisaniya-v-vuze-s-uchetom-novykh-trebovaniy-federalnyh-gosudarstvennyh-obrazovatelnyh-standartov> (дата обращения: 27.09.2018).

Береговых Ю.В., Васильев Б.А., Володин Н.А. Алгоритм составления расписания занятий // Штучний інтелект. [Электрон. ресурс]. 2009. № 2. С. 50–56. Режим доступа: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/7897>

Яндыбаева Н.В. Генетический алгоритм в задаче оптимизации учебного расписания вуза // Современные наукоемкие технологии. [Электрон. ресурс]. 2009. № 11. С. 97–98. Режим доступа: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=25972> (дата обращения: 27.08.2018).

References

1. The Open University. [Internet]. Available from: <http://www.tec.open.ac.uk/systems/st.html>
2. Requirements for scheduling at the university. What you need to know? [Internet]. Available from: <http://www.pulsar.ru/news/1629/>
3. Mammadova M.H., Gasimov H.A. E-university: conceptual, technological and architectural approaches. Problems of information technology. [Internet]. 2017; 2: 56–68 Available from: <http://jpit.az/az/journals/189> DOI: 10.25045/jpit.v08.12.06 (In Azerbaijani)
4. Rizun Nina. The Use of Decomposition Methods in the Solution of a Multicriterion Problem of Automation of Schedule Creation in Institutes of Higher Education. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2013.
5. The IBM global campus [Internet]. Available from: <http://ike.engr.washington.edu/igc/>
6. Yenbamrung, petamaporn. The emerging electronic university: distance education for the twenty-first century. 16th World conference of the international council for distance education. Bangkok: icde, 1992: 317–321.
7. Dvoryankin A. M., Chalyshov V. S. O Review of the methods of compiling the schedule of universities. Izvestiya Volgogradskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta = News of the Volgograd State Technical University. 2011; 9: 110–113. (In Russ.)
8. Bezginov A. N. , Tregubov S. Y. ulti-criteria approach to the assessment of class schedules based on fuzzy logic. Problemy upravleniya = Control problems. 2011; 2: 52–59 (In Russ.)
9. Burnasov P.V. Mathematical formulation of the task of scheduling classes. Vestnik IrGTU = Bulletin of ISTU. [Internet]. 2014; 4 (87). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskaya-postanovka-zadachi-sostavleniya-raspisaniya-zanyatiy> (cited: 27.09.2018). (In Russ.)
10. Snityuk V.E., Sipko E.N. On the peculiarities of the formation of the objective function and limitations in the task of scheduling classes. Matematichni mashini i sistemi = Math Machines and Systems. 2014; 3: 88–95. (In Russ.)
11. Vishnyakova I.N., Razumov S.Y. Simulation and automation of scheduling studies of universities. Nauka i progress transporta. Vestnik Dnepropetrovskogo natsional'nogo universiteta zheleznodorozhnogo transporta. = Science and transport progress. Bulletin of the Dnipropetrovsk National University of Railway Transport. [Internet]. 2007; 17. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-i-avtomatizatsiya-sostavleniya-raspisaniya-uchebnyh-zanyatiy-vuzov> (cited: 27.09.2018). (In Russ.)
12. Erunov V. P., Morkovin I. I. Formation of the optimal schedule of studies in high school. Bulletin of OSU. [Internet]. 2001; 3. Available from: http://vestnik.osu.ru/2001_3/7.pdf (cited: 27.09.2018). (In Russ.)
13. Artificial neural network. [Internet]. Available from: https://ru.wikipedia.org/wiki/iskusstvennaya_neyronnaya_set (In Russ.)
14. Klevanskiy N.N. Formation of the schedule of employment of higher educational institutions. Obrazovatel'nyye resursy i tekhnologii = Educational resources and technologies. [Internet]. 2015; 1 (9). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-raspisaniya-zanyatiy-vysshih-uchebnyh-zavedeniy> (cited: 27.09.2018). (In Russ.)
15. Bezuglyy M. A., Sekirin A. I. Methods of increasing the efficiency of scheduling in the conditions of an educational institution. Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya studentov, aspirantov i molodykh uchenykh. Komp'yuternaya i programnaya inzheneriya – 2015. = International Scientific and Technical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists. Computer and Software Engineering – 2015. Donetsk: Donetsk National Technical University, 2015. [Internet]. Available from: <http://masters.donntu.org/2016/fknt/bezuglyi/library/6.htm> (In Russ.)
16. Saitov N.Z. Problems of scheduling classes in universities in the organization of the educational process based on credit technologies. Universum: Tekhnicheskiye nauki = Universum: Technical Sciences. [Internet]. 2016; 2 (24). Available from: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/2969>. (In Russ.)
17. Snityuk V.E., Sipko E.N. Penalty functions in the task of scheduling classes. Matematichni mashini i sistemi = Mathematical Machines and Systems. 2015; 3. (In Russ.)
18. Astakhova I.F., Firas A.M. Scheduling training sessions based on a genetic algorithm. Vestnik VGU, seriya: sistemnyy analiz i informatsionnyye tekhnologii. = Bulletin of ASTU. Series: Management, Computer Engineering and Computer Science. 2013; 2: 93 – 99 (In Russ.)
19. Khasukhadzhiyev A.S., Sibikina I.V. The generalized algorithm of scheduling at the university with the new requirements of the federal state educational standards Vestnik AGTU. Seriya: Upravleniye, vychislitel'naya tekhnika i informatika. = Bulletin of ASTU. Series: Management, Computer Engineering and Computer Science. [Internet]. 2016; 3. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/obobschennyy-algoritm-sostavleniya-raspisaniya-v-vuze-s-uchetom-novyh-trebovaniy-federalnyh-gosudarstvennyh-obrazovatelnyh-standartov> (cited: 27.09.2018). (In Russ.)
20. Beregovykh Y.V., Vasil'yev B.A., Volodin N.A. Algorithm for scheduling classes. Shtuchniy intellekt. [Internet]. 2009; 2: 50-56. Available from: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/7897> (In Russ.)
21. Yandybayeva N.V. Genetic algorithm in the task of optimizing the university school timetable. Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii = Modern high technologies. [Internet]. 2009; 11: 97–98. Available from: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=25972> (cited: 27.08.2018). (In Russ.)

Сведения об авторе

Гусейн Алекпер оглы Гасымов
Старший преподаватель кафедры
Транспорта и информационных технологий
Нахичеванский Государственный Университет,
Ордурад, Азербайджан
Эл. почта: hqasimov@gmail.com

Information about the author

Guseyn Alekper ogly Gasymov
Senior Lecturer of the Department
of Transport and information technologies,
Nakhchivan State University,
Ordubad, Azerbaijan
E-mail: hqasimov@gmail.com