

ОЦЕНОЧНАЯ ФУНКЦИЯ И НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРИЕМЕ В ВУЗ НА ВТОРОЙ И ПОСЛЕДУЮЩИЕ КУРСЫ

Овчинкин О. В., Пыхтин А. И., Емельянов С. Г.

ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет», Курск, Россия (305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94), e-mail: ovchinkin_o_v@mail.ru

Современное законодательство противоречиво и не достаточно жестко регламентирует особенности процедуры приема на второй и последующий курсы, включающей все возможные способы пополнения контингента студентов после приема на 1 курс. В работе предложена специальная оценочная функция и нейронная сеть для ранжирования претендентов в ходе рассматриваемого процесса. Оценочная функция отличается тем, что для расчета ее значений используются не только результаты аттестационных или вступительных испытаний, но и успеваемость претендента и его достижения в научной, творческой, общественной и спортивной деятельности. Для сопоставления претендентов по «портфолио» предложено использовать нейронную сеть. Приведена топология нейронной сети и описан алгоритм ее получения. Обучение сети произведено на основании специальной выборки, полученной на основе анализа статистических данных и искусственно сгенерированных примеров. Для визуализации результатов сравнения претендентов создано соответствующее программное обеспечение. Произведено сопоставление значений оценочной функции и успеваемости претендентов после перевода, которое выявило наличие линейной зависимости между этими показателями, что подтверждает адекватность использования предложенных инструментов.

Ключевые слова: приём в вуз на второй и последующий курсы; оценочная функция; нейронная сеть.

THE EVALUATION FUNCTION AND NEURAL NETWORK TO SUPPORT DECISION-MAKING AT RECEPTION ENTRY THE UNIVERSITY ONTO THE SENIOR COURSES

Ovchinkin O. V., Pykhtin A. I., Emelyanov S. G.

Southwest State University, Kursk, Russia (94, 50 let Oktyabrya, Kursk, 305040, Russia), e-mail: ovchinkin_o_v@mail.ru

Modern law is contradictory and not enough strictly regulates especially the admissions procedure for the second and subsequent years, including all possible ways to supplement the students after admission to the 1st year. The paper presents a special evaluation function and neural network to rank the applicants during the review process. The evaluation function is different in that for the calculation of its values are not only the results of certification or entrance examinations, but also progress the applicant and his achievements in scientific, artistic, social and sporting activities. To compare the candidates on the "portfolio" has been proposed to use a neural network. Shows the topology of a neural network and the algorithm of its receipt. Education Network resulted from a special sample obtained from the analysis of statistical data and artificially generated examples. To visualize the results of the comparison of applicants created the appropriate software. Produced by comparing the values of the evaluation function and performance of applicants after the transfer, which revealed the presence of a linear relationship between these parameters, confirming the adequacy of the proposed use of tools.

Key words: entry onto the senior courses; evaluation function; neural network.

Введение

Одним из процессов в рамках деятельности любого вуза является процедура приема на второй и последующие курсы. Законодательство в этой области постоянно изменяется и при этом содержит ряд противоречий, поэтому соблюдение нормативной базы на практике ставит перед образовательными организациями дополнительные трудности.

Составляющими процесса приема в вуз на второй и последующие курсы [4] выступают различные процедуры, например, перевод лиц из другого учреждения, с другой

специальности, переход с внебюджетной на бюджетную основу обучения, восстановление отчисленных по уважительной причине студентов. Все кандидаты на прием, задействованные в указанных процедурах, претендуют на одни и те же вакансии, образовавшиеся после отчисления студентов в период обучения, поэтому необходимо рассматривать все варианты в совокупности, ранжировав претендентов в соответствии с их уровнем подготовленности к продолжению образования.

Цель исследования

Целью исследования является создание инструментов для определения претендентов, наиболее подготовленных к продолжению образования, из числа лиц, подавших заявление на прием на второй и последующие курсы, которые позволили бы в комплексе учитывать как результаты аттестационных или вступительных испытаний, так и успеваемость кандидатов и их «портфолио».

Материал и методы исследования

Сущность процесса приема на второй и последующие курсы заключается в том, чтобы распределить множество претендентов $P = \bigcup p_i$ ($i = 1..K$) на множество имеющихся вакансий $V = \bigcup V_l$ ($l = 1..N$). Каждый из претендентов участвует в конкурсе на некоторую совокупность вакансий V_i^P из множества V ($V_i^P \subseteq V, i = 1..K$). Претендент упорядочивает вакансии из V_i^P в соответствии со своими предпочтениями [3], т. е. каждой $V_l \subset V$ ставится в соответствие ее приоритет – целое неотрицательное число $s(p_i, V_l)$, причем $s(p_i, V_l) = 0$ для всех $V_l \notin V_i^P$ и $1 \leq s(p_i, V_l) \leq |V_i^P|$, $s(p_i, V_{l1}) \neq s(p_i, V_{l2})$ для любых $l1 \neq l2$, $l1, l2 = 1..|V_i^P|$. Каждой группе вакансий G_j соответствует формализованное представление группы требований $U_j = \bigcup u_{j,k}$, где $k = 1..|U_j|$, выполнение которых необходимо для получения права кандидату претендовать на вакансии $V_l \subset G_j$ [7]. Успеваемость претендента до момента перевода (зачисления) характеризуется вектором оценок O_i .

Чтобы ранжировать кандидатов, предлагается для каждой конкурсной позиции претендента p_i рассчитывать значение оценочной функции:

$$z(p_i, G_j) = \left(\sum_{k=1}^{|U_j|} r(p_i, u_{j,k}) \cdot q(u_{j,k}) + SB(p_i, G_j) \cdot S_{\max} + \right. \\ \left. + NET(p_i) \cdot F_{\max} + W(p_i, G_j) \right) \cdot \prod_{k=1}^{|U_j|} h(p_i, u_{j,k}),$$

где $r(p_i, u_{j,k})$ – количественная оценка выполнения претендентом p_i требования $u_{j,k}$ из множества U_j ; может быть равно нулю, например, для случая восстановления ранее отчисленного студента; $q(u_{j,k})$ – весовой коэффициент k -го показателя из множества требований U_j ; $SB(p_i, G_j)$ – функция оценки результатов предыдущей аттестации претендента; S_{\max} – максимально возможный балл, назначаемый за результаты предыдущей аттестации претендента; $NET(p_i)$ – оценка «портфолио» кандидата, т. е. индивидуальных достижений и способностей претендента к научной, творческой, физкультурно-спортивной и иной деятельности, вычисляется с помощью нейронной сети и алгоритма, приведенного ниже; F_{\max} – максимально возможный балл, назначаемый за «портфолио» кандидата. Например, при приеме на 1 курс с 2014 года Минобрнауки России планирует установить $S_{\max} = F_{\max} = 10$; $W(p_i, G_j)$ – функция, определяющая законодательно утвержденный порядок ранжирования претендентов; $h(p_i, u_{j,k})$ – двоичный признак выполнения или невыполнения кандидатом p_i k -го условия из множества U_j . Если условие выполнено претендентом, то $h(p_i, u_{j,k}) = 1$, в противном случае – $h(p_i, u_{j,k}) = 0$.

$$\text{Значение функции } W(p_i, G_j) \gg \sum_{k=1}^{|U_j|} r(p_i, u_{j,k}) \cdot q(u_{j,k}) + SB(p_i, G_j) \cdot S_{\max} + NET(p_i) \cdot F_{\max},$$

по своей сути это слагаемое определяет приоритеты определенных категорий претендентов перед другими кандидатами. Например, в соответствии с действующим в России порядком для случая перехода студентов с платного обучения на обучение за счет бюджетных средств, $W(p_A, G_j) \gg W(p_B, G_j) \gg W(p_C, G_j)$, где p_A – претендент, сдавший экзамены за два предшествующих семестра обучения только на оценку «отлично», p_B – претендент из числа детей-сирот, p_C – претендент, лишившийся одного или обоих родителей в процессе обучения.

Функция оценки результатов предыдущей аттестации претендента рассчитывается следующим образом:

$$SB(p_i, G_j) = \frac{\|O_i^j - O_{\min}\|}{\|O_{\max} - O_{\min}\|} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{|O_{\max}|} (o_{i,k}^j - o_{\min,k})^2}{\sum_{k=1}^{|O_{\max}|} (o_{\max,k} - o_{\min,k})^2}},$$

где $O_i^j \subseteq O_i$ – вектор с оценками по результатам предыдущей аттестации претендента по предметам и дисциплинам, соответствующим группе вакансий G_j (например, лицо,

принимающее решение, при рассмотрении заявления на перевод с гуманитарной специальности на экономическое направление может исключить из рассмотрения оценки по непрофильным дисциплинам, таким как «История государства и права»); O_{\min} – вектор пороговых значений той же размерности ($\dim O_{\min} = \dim O_i^j$), соответствующий минимальным оценкам, подтверждающим освоение претендентом программы по соответствующим дисциплинам; O_{\max} – вектор предельных значений ($\dim O_{\max} = \dim O_i^j$), характеризующий «идеального» претендента и соответствующий максимальным возможным оценкам по каждой дисциплине.

Оценка результатов по формуле в меньшей степени подвержена влиянию «больших отклонений» по сравнению с использованием среднего арифметического значения.

В качестве составляющих комплексной оценки «портфолио» претендента используются следующие, в том числе латентные показатели: 1) рейтинг вуза, из которого переводится претендент; 2) рейтинг направления подготовки, рассчитываемый как отношение количества поданных заявлений в текущем году для приема на 1 курс на направление подготовки, с которого переводится претендент, к количеству поданных заявлений в текущем году для приема на 1 курс на направление подготовки, на которое претендует кандидат; 3) достижения претендента в научно-исследовательской деятельности, характеризуемые количеством единиц по каждому из видов занятий (научные публикации, охранные документы, участие в грантах, награды и др.); 4) заслуги претендента в спортивной деятельности, характеризуемые количеством призовых мест в различных спортивных соревнованиях, а также наличием спортивных званий; 5) творческие достижения кандидата (участие и завоевание призовых мест в различных концертных мероприятиях и т.д.); 6) активность в общественной жизни университета (студенческие организации, конкурсы, мероприятия); 7) финансовое положение претендента.

Слагаемое $NET(p_i)$ введено для устранения потенциальных коллизий при выборе кандидатов. Сущность возникающих коллизий сводится к тому, что на некоторое подмножество вакансий $V_l^C \subset V_l$ претендует множество претендентов $P_l^C \subset P$, причем $|V_l^C| < |P_l^C|$, с одинаковым значением оценочной функции $z(P_l^C, V_l^C)$.

Для вычисления $NET(p_i)$ предлагается использовать классифицирующую нейронную сеть с T совокупностями входов, характеризующих соответственно показатели «портфолио» T кандидатов, и T выходами, каждый из которых принимает значение в интервале $[0; 1]$, причем i -ый выход равен 1, если i -ый кандидат признан «лучшим».

Результаты исследования

Предложенная оценочная функция и нейронная сеть были интегрированы как инструмент поддержки принятия решений в автоматизированную информационную систему для управления процессом приема в Юго-Западном государственном университете на второй и последующие курсы [2, 6], представляющую собой совокупность взаимосвязанных посредством локальных сетей и глобальной сети Интернет автоматизированных рабочих мест сотрудников вуза, задействованных в процессе, а также пользователей предоставляемых вузом Web-сервисов.

Анализ статистических данных показал, что в коллизии участвуют одновременно не более 3-х претендентов, поэтому при проектировании и обучении сети T принято равным 3.

Для выбора топологии и настройки сети была составлена обучающая выборка, включающая исходные данные и результаты рассмотрения заявлений на перевод (зачисление) в Юго-Западном государственном университете в 2007–2013 годах, а также искусственно сгенерированные с помощью специально разработанной программы комбинации входов и выходов, соответствующие рациональным решениям по выбору лучшего из T претендентов. С помощью программного пакета StatSoft STATISTICA 10 были проанализированы 125 возможных структур нейронных сетей и выбрана наиболее подходящая по среднеквадратичной оценке, полученной при сопоставлении желаемых и полученных результатов определения «лучшего» претендента.

Топология разработанной нейронной сети, представляющая собой многослойный персептрон с 2-ми скрытыми уровнями нейронов, обучаемый по алгоритму обратного распространения ошибки, смоделированная с помощью программного продукта NeuroSolutions, представлена на рис. 1.

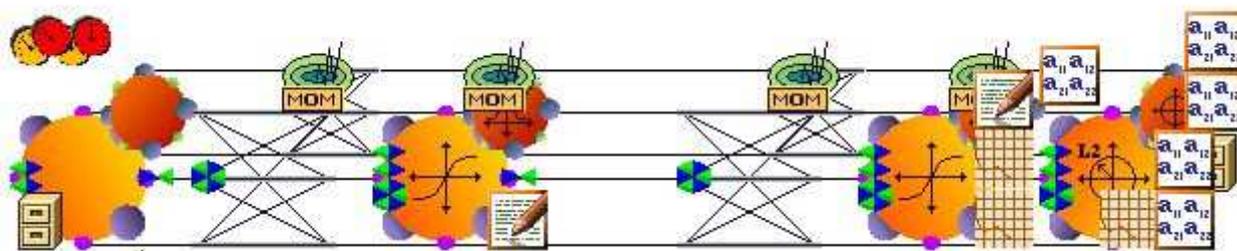


Рис. 1. Структура предложенной нейронной сети

Для лица, принимающего решения, в рамках созданного программного обеспечения дополнительно реализована возможность визуального сравнения нескольких претендентов на прием по выбранным показателям из оценочной функции с помощью квалиметрических диаграмм (рис. 2), что является дополнительным средством поддержки принятия решений

вместе с нейронной сетью, подключенной к разработанному программному обеспечению в качестве внешней DLL-библиотеки.

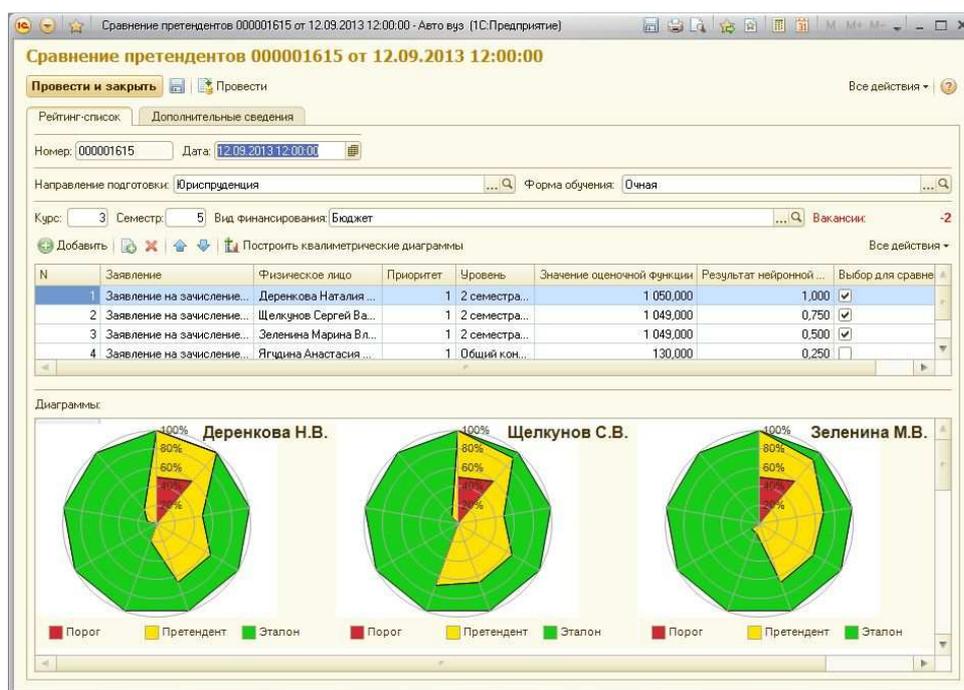


Рис. 2. Квалиметрические диаграммы сравнения 3-х претендентов на прием

До внедрения предложенной оценочной функции для отбора кандидатов на прием аттестационные испытания проводились преимущественно в форме собеседования. Анализ результатов использования собеседования в качестве аттестационных испытаний в существовавшей структуре показал, что отсутствует взаимосвязь между результатами испытаний и успеваемостью претендента после перевода (коэффициент парной корреляции варьировался от 0,178 до 0,503 в зависимости от категории претендентов) [5]. Аналогичные результаты были получены и при сопоставлении результатов вступительных испытаний при приеме в магистратуру в классической письменной форме, среднего балла по ранее изученным дисциплинам с последующей успеваемостью магистров (коэффициент парной корреляции составил от 0,154 до 0,586) [1]. В то же время в случае ранжирования претендентов с помощью введенной оценочной функции и использования тестирования, проводимого при аккредитации вузов, в качестве испытаний, зависимость между значениями функции для каждого претендента и его последующей успеваемостью характеризовалась бы коэффициентом корреляции 0,873 (см. рис. 3).

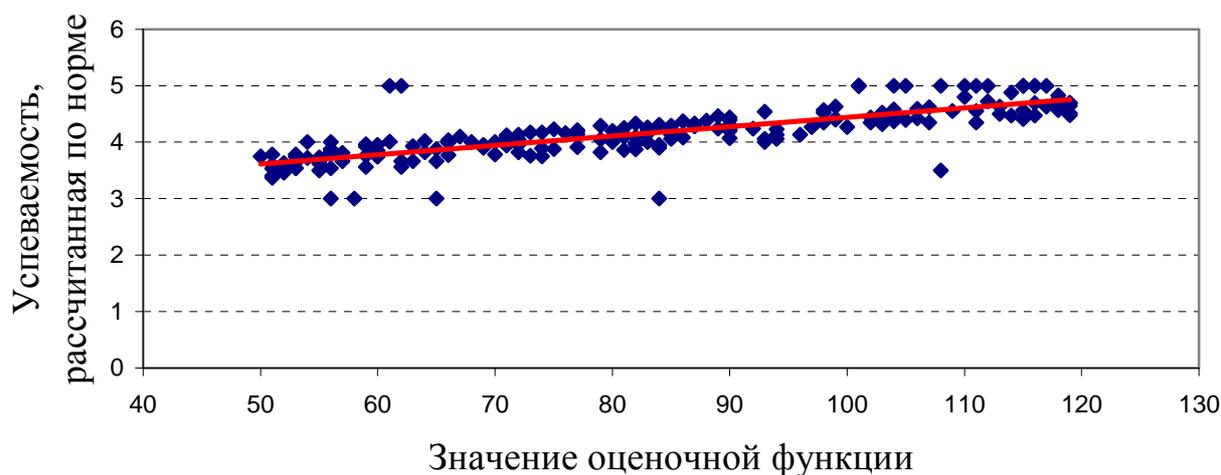


Рис. 3. Сопоставление результатов успеваемости претендентов после перевода и соответствующих значений предлагаемой оценочной функции

Заключение

Таким образом, предложенные инструменты ранжирования позволяют получить комплексную оценку претендентов и являются более объективным средством отбора лиц, наиболее подготовленных к продолжению обучения в вузе при приеме на второй и последующие курсы.

Данная работа выполнена в рамках государственного задания ЮЗГУ на 2013 год в части проведения научно-исследовательских работ, проект 8.8356.2013 «Модели, алгоритмы и программное обеспечение для управления процессом переводов и зачисления в вуз на второй и последующие курсы».

Список литературы

1. Дорохов Д. С. Анализ результатов оценивания вступительных испытаний при приеме в магистратуру [Электронный ресурс] / Д. С. Дорохов, О. В. Овчинкин, С. Г. Емельянов // Экономика и социум: Электронное научн.-практ. периодическое издание. – Саратов: Институт управления и социально-экономического развития, 2013. – №3(8). – Режим доступа: http://www.iupr.ru/domains_data/files/zurnal_osnovnoy_3_8_2013/Dorohov%20D. S. Informacionnye%20i%20kommunikativnye%20tehnologii.pdf. – Загл. с экрана.
2. Овчинкин О. В. Алгоритм процесса управления приемом лиц на второй и последующие курсы в вузах / О. В. Овчинкин, А. И. Пыхтин, И. П. Емельянов // Известия ЮЗГУ. – Курск, № 1(46), 2013. – С. 34-39.
3. Овчинкин О. В. Об использовании претендентами возможности множественного выбора специальностей и направлений подготовки в заявлении при приеме в вуз на второй и последующие курсы / О. В. Овчинкин, А. И. Пыхтин // Наука и образование в XXI веке:

Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции (Москва, 1 апреля 2013 г.): В 6 ч. Ч. V. Мин-во обр. и науки. – М.: АР-Консалт, 2013. – 143 с. – С. 41-43.

4. Овчинкин О. В. Особенности использования множества упорядоченных по приоритету направлений подготовки в заявлении претендентов при проведении конкурсного отбора для зачисления в вуз на второй и последующие курсы / О. В. Овчинкин, А. И. Пыхтин // Информационно-коммуникационное пространство и человек: Материалы III междунар. научн.-практ. конф. (Прага, 15-16 апреля 2013 г.). – Прага: Vedecko vydavatelske centrum “Sociosfera-CZ”, 2013. – 174 с. – С.137-139.

5. Овчинкин О. В. Проблема аттестации претендентов при зачислении на второй и последующие курсы / О. В. Овчинкин, А. И. Пыхтин // Новые информационные технологии в образовании: Материалы VI междунар. научн.-практ. конф. (Екатеринбург, 12–15 марта 2013 г.). – ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», Екатеринбург, 2013. – 390 с. – С. 233-235.

6. Программа для управления документооборотом и поддержки принятых решений при приеме граждан на второй и последующий курсы [Текст]: а. с. 2013611295 Российская Федерация: Роспатент / О. В. Овчинкин, А. И. Пыхтин (РФ). – №2013611295; заявл. 13.12.2012; опубл. 09.01.2013.

7. Пыхтин А. И. Метод и алгоритм решения задачи конкурсного отбора и зачисления в вуз / А. И. Пыхтин, Е. А. Спирин, И. С. Захаров // Телекоммуникации. – М., 2008. – № 5. – С. 12-19.

Рецензенты:

Атакищев О. И., д.т.н., профессор, проректор по перспективным исследованиям ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск.

Киричек А. В., д.т.н., профессор, проректор по научной работе ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск.