

УДК 004.032.26:378.147

Е.А. Арсирій, канд. техн. наук, доц.,
Е.Г. Жиленко, магистр,
Одес. нац. политехн. ун-т

НЕЙРОСЕТЕВОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE

О.О. Арсирій, О.Г. Жиленко. Нейромережеве формування інтегральної професійної характеристики у системі дистанційного навчання MOODLE. Запропонована методика формування на основі нейронної мережі інтегральної професійної характеристики випускника навчального закладу у системі дистанційного навчання. Моделювання проводилось засобами нейроімітатора та мови програмування PHP у системі MOODLE. Методика може бути застосована для широкого спектру навчальних закладів.

Е.А. Арсирій, Е.Г. Жиленко. Нейросетевое формирование интегральной профессиональной характеристики в системе дистанционного обучения MOODLE. Предложена методика формирования на основе нейронной сети интегральной профессиональной характеристики выпускника учебного заведения в системе дистанционного обучения. Моделирование проводилось средствами нейроимитатора и языка программирования PHP в системе. Методика может быть использована для широкого спектра учебных заведений.

E.A. Arsiy, E.G. Zhylenko. Neural network formation of integrated professional characteristics in the system of distance learning MOODLE. The method for the neural network-based formation of an integrated professional characteristics of graduates of educational institutions in the distance learning system. Modeling was performed by means of a neurosimulator and PHP in the MOODLE system. The method can be used for a wide range of educational institutions.

Технология проведения учебных занятий в системе дистанционного обучения (ДО) модульной объектно-ориентированной динамической учебной среде (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment — MOODLE), которая широко используется в учебных заведениях страны, позволяет организовать различные формы общения пользователей: преподаватель-студент и студент-студент в рамках учебной дисциплины [1]. Система MOODLE ориентирована на изучение одной дисциплины студентами и группами студентов, созданными внутри этой дисциплины, в то время как организация учебного процесса в отечественных учебных заведениях ориентирована на изучение цикла учебных дисциплин специальности одним студентом или группой студентов, сформированной вокруг профилирующей кафедры на уровне деканата. При всем многообразии возможностей по оцениванию знаний в системе MOODLE оценками студентов можно оперировать только внутри дисциплины. Невозможно составить итоговую ведомость по всем дисциплинам цикла, да и само понятие “цикл учебных дисциплин” отсутствует. При таком рассмотрении основное достоинство системы MOODLE — модульность — превращается в ее недостаток.

С другой стороны, разработка индивидуальных и групповых учебных перечней и планов изучения циклов учебных дисциплин студентами, а также комплексная экспертиза знаний студента с формированием по окончанию изучения цикла дисциплин развернутой характеристики полученных знаний и навыков — интегральной профессиональной характеристики (ИПХ) — требует применения методов и подходов интеллектуального анализа данных (ИАД) и может быть реализована в виде интеллектуальной системы (ИС).

Анализ показал, что связь между влияющими факторами и целевыми показателями трудно оценить количественно, дисциплины отличаются по объему, степени влияния на формирование теоретических знаний и практических навыков, а также на последовательность их формирования. Данная задача трудно формализуема, ее решение требует отказа от

классических приемов программирования и перехода к использованию НС на основе, как правило, следующего подхода [2]. Исходные данные для анализа представляются в виде таблицы, один или несколько из столбцов которой — целевые показатели, например, общий уровень знаний обучаемого, а остальные — влияющие факторы, такие как предварительный уровень подготовки обучаемых, качественный состав преподавателей, уровень соответствия учебных программ и технологий проведения занятий современным требованиям к будущим специалистам и др., которые оцениваются экспертами. В терминах НС влияющие факторы называются входами, а целевые показатели — выходами НС, при этом вертикальная большая часть таблицы составит обучающую выборку, а меньшая — тестовую. С помощью нейромимитатора можно построить НС любой архитектуры [3], после обучения которой на обучающей выборке зависимости значений целевых показателей от значений факторов вычисляются автоматически. После того как НС обучена, протестирована на тестовой выборке и показала незначительную погрешность между ответами НС и выходами тестовой выборки, возможно просматривать в графической и аналитической форме зависимость значений целевых показателей от влияющих факторов, оценивать значимость факторов по степени их влияния на целевые показатели (вербализация входов) и др. Предлагается использовать подобный подход для повышения полноты оценивания знаний выпускника учебного заведения в ДО MOODLE на основе интеллектуальной системы для формирования его интегральной профессиональной характеристики и рекомендаций по трудоустройству.

Интеллектуальная система написана на языке программирования PHP версии 5.2.7 и встроена в систему ДО MOODLE версии 1.9.4+ с возможностью интеграции в любой другой дистрибутив MOODLE.

Формирование ИПХ можно представить в виде последовательности информационных преобразований:

- анализ и формирование входной и выходной информации; предварительная обработка входной и выходной информации и формирование обучающей выборки;
- выбор архитектуры и формирование НС;
- обучение и тестирование НС;
- формирование ИПХ;
- формирование рекомендаций по трудоустройству.

Анализ и формирование входной и выходной информации. Формирование входной и выходной информации выполнялось для специальности Учебного центра специалистов морского транспорта (УЦСМТ) — “Матрос” с присвоением уровня квалификации II класса. Специальность содержит 12 дисциплин. Дисциплины согласно учебным программам могут состоять из разделов. Например, дисциплина “Техника личного выживания, противопожарная безопасность и борьба с пожаром, элементарная первая медицинская помощь, личная безопасность и общественные обязанности” содержит пять разделов: аварийные ситуации и выживание на море, судовые спасательные средства и процедура эвакуации, борьба с пожаром, предоставление первой медицинской помощи, личная безопасность и общественные обязанности, в то же время дисциплина “Устройство суден” — только один (рис. 1, а). Выделено 16 входных факторов, влияющих на формирование ИПХ.

Характеристика выпускника по указанной специальности содержит два раздела: теоретические знания и практические навыки [4]. Для построения ИПХ сформировано 32 целевых показателя (выхода НС), объединяющих в себе характеристики практических навыков и теоретических знаний. Между влияющими факторами и целевыми показателями была установлена логическая связь (см. рисунок 1, а). Например, дисциплина “Устройство суден” влияет на целевые теоретические показатели: основы строения судна и его корпуса, назначение и расположение судовых отсеков, помещений и систем: устройство грузовых и швартовых механизмов; и практические: принцип строения и правила пользования механизированными люковыми закрылками; принципы строения и правила пользования средствами малой механизации во время выполнения такелажных, парусных и других работ.

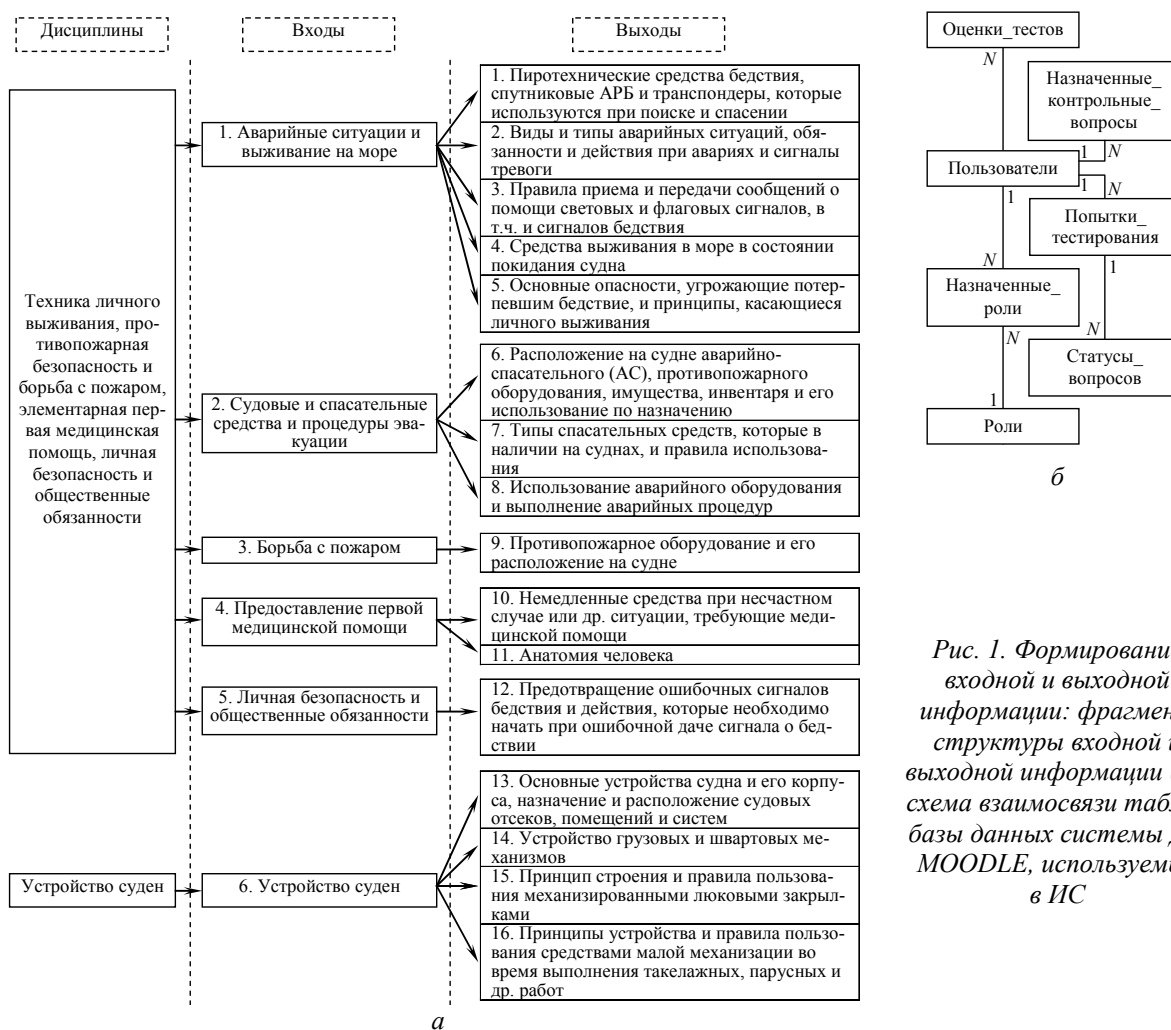


Рис. 1. Формирование входной и выходной информации: фрагмент структуры входной и выходной информации (а); схема взаимосвязи таблиц базы данных системы ДО MOODLE, используемых в ИС

Предварительная обработка входной и выходной информации и формирование обучающей выборки. Структура базы данных стандартного дистрибутива MOODLE содержит 198 таблиц, однако в ИС для формирования обучающей выборки использованы только некоторые (рис. 1, б). Таблица “статусы_вопросов (question_states)” хранит результаты ответов студентов на вопросы тестов; “оценки_тестов (quiz_grades)” — итоговые оценки за тесты; “попытки_тестирования (quiz_attempts)” — все данные о попытках прохождения студентами тестовых заданий; “пользователи (user)” — информацию о всех пользователях системы; “роли (role)” — информацию о существующих в системе ролях; “назначенные_роли (role_assignments)” — информацию относительно взаимосвязи пользователей системы и ролей, существующих в системе; “назначенные_контрольные_вопросы (assignment_submissions)” — оценки студентов на контрольные вопросы. Отношения между используемыми таблицами можно описать следующим образом: одной записи таблицы “попытки_тестирования” соответствует много записей в таблице “статусы_вопросов” (1→N). Иными словами, в течение одной попытки прохождения теста обучаемый дает ответы на множество вопросов [1].

Модуль “импорт_входов (imp_input.php)” для дисциплин, разбитых на разделы, на основе данных из таблиц “назначенные_контрольные_вопросы” и “статусы_вопросов” определяет балл за ответ на каждый вопрос, вычисляет общую оценку за все ответы в разделе данной дисциплины и кодирует ее по заранее разработанной системе (см. таблицу). Для дисциплин, которые не делятся на разделы, оценки берутся из таблицы “оценки_тестов” для тестов и “назначенные_контрольные_вопросы” для контрольных вопросов, а затем также кодируются.

Предполагается, что студенты, набравшие по какой-либо дисциплине менее 60 баллов, не будут допущены к дальнейшему обучению или распределению.

Система кодирования

| Шкала результатов тестирования, балл | Код | Текстовая оценка ИПХ |
|--------------------------------------|-----|-----------------------------------|
| 60...74 | -1 | Удовлетворительный уровень знаний |
| 75...89 | 0 | Достаточный уровень знаний |
| 90...100 | 1 | Отличный уровень знаний |

Множество входов, генерируемых модулем “импорт_входов” поступает в модуль “txt_конвертер (txt_converter.php)”, который конвертирует его в файл формата txt, один из принятых в программной среде нейроимитатора NeuroShell 2 [3].

Выбор архитектуры и формирование НС. Для решения поставленной задачи из 16 предлагаемых NeuroShell 2 архитектур выбрана многослойная НС из 4 слоев нейронов: в первом 16 нейронов, втором — 30, третьем — 30, четвертом — 32, при этом каждый слой непосредственно связан с предшествующим. Количество необходимых скрытых нейронов определено экспериментальным путем. При построении использована линейная функция масштаба, а также логистическая и симметричная логистическая передаточные функции [3].

Нейроимитатор NeuroShell 2 не генерирует программный код нейронной сети на PHP. Поэтому разработан модуль “С2php_конвертер (C2PHP_converter.php)”, который конвертирует генерируемый NeuroShell 2 программный код из языка С в язык PHP и формирует соответствующий модуль.

Обучение и тестирование НС. Результаты тестирования и оценка ИПХ, сформированная экспертами для контрольной группы студентов из 63 человек, составили обучающую выборку НС из 53 записей и тестовую выборку из 10 записей. В качестве параметров обучения задавалась средняя ошибка $\sigma < 0,001$ для обучающего набора и 0,01 — для тестового. Достигнув данных значений, НС прекратила свое обучение со следующими параметрами: пройдено 618 циклов обучения, средняя ошибка $\sigma = 0,0009487$, минимальная средняя ошибка $\sigma_{\min} = 0,000885$, внутренняя средняя ошибка $\sigma_{\text{вн}} = 0,817788$.

Погрешность между ответами НС и выходами тестовой выборки сглаживается шкалой системы кодирования (рис. 2). Таким образом, получен модуль “НС_алгоритм (NN_algorithm.php)”, который для каждого множества входов формирует соответствующее множество выходов, характеризующих ИПХ студента.

Формирование ИПХ. Согласно разработанной системе кодирования (см. таблицу) модуль “класиф_конвертер (klasif_convert.php)” конвертирует полученное множество выходов НС в текстовое описание, ранжирует данные согласно убыванию и формирует отчет “Оценка интегральной профессиональной характеристики выпускника” (рис. 3, а).

Полученный отчет используется в работе УЦСМТ и прилагается как дополнительный вклад в диплом об окончании УЦСМТ и присвоении звания “Матрос II класса”.

Формирование рекомендаций по специфике трудоустройства. Работа на любой

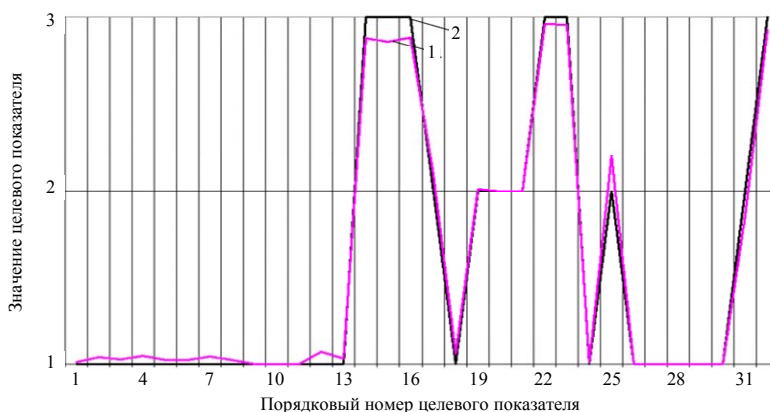


Рис. 2. Усредненные значения выходов НС (1) и значений целевых показателей, сформированных экспертами (2)

должности требует определенных глубоких знаний в соответствующих областях. Например, работа на судах — “газовозах”, требует глубокого знания техники безопасности, навыков борьбы с пожаром, техники безопасности при перевозке опасных грузов, методов защиты от отравления перевозимыми опасными грузами и т.д.

Оценка интегральной профессиональной оценки выпускника

Студент Кортнев Константин прошел обучение в Учебном центре специалистов морского транспорта по специальности “Матрос” с присвоением ему квалификации II класса. Им было прослушано 448 часов лекционного материала, а также пройдена производственная практика в объеме 324 часов.

Образовательно-квалификационная характеристика выпускника сведена в таблицу.

| Критерий интегральной профессиональной характеристики | Уровень знаний |
|--|----------------|
| Противопожарное оборудование и его расположение на судне | Высокий |
| Правила пользования внутренней связью | Высокий |
| Процедура покидания, приема и передачи вахты | Высокий |
| Термины, определение команд, которые используются на судне | Высокий |
| Общественные обязанности, требования найма, личные права и обязанности, опасность злоупотребления лекарственными средствами | Высокий |
| Опасности, возникающие при перевозке опасных грузов, их устранение и способы избежания отравления при перевозке опасных грузов | Высокий |
| Минимальные требования противопожарной безопасности и борьба с пожаром | Высокий |
| Правила техники безопасности | Высокий |
| Основные положения нормативных документов ИМО (Международной морской организации) | Высокий |
| Английский язык (морская специфика) в объеме, необходимом для несения вахты и использования команд | Высокий |

a

Рядом экспертов в результате анализа учебной программы УЦСМТ и современного рынка труда выявлена зависимость между качеством изучения учебных дисциплин и возможными местами трудоустройства. По результатам анализа разработаны рекомендации по специфике трудоустройства выпускников. Данные для формирования рекомендаций из отчета “Оценка интегральной профессиональной характеристики выпускника” поступают в модуль ИС “генератор_отчета (Gener_otchet.php)”, который согласно данным исследований экспертов генерирует отчет “Рекомендации по специфике трудоустройства выпускника” (рис. 3, б).

Представленная методика формирования ИПХ и рекомендаций по специфике трудоустройства выпускников универсальна и может быть применена для любых специальностей и учебных заведений любого типа при условии замены входной и выходной информации. По результатам внедрения ИС по оценкам работодателей уже само наличие ИПХ как дополнительного вкладыша в диплом об окончании позволило повысить оперативность трудоустройства выпускников в 15 случаях из 63, заработная плата их при этом выросла на 7 %, а сроки заключаемых контрактов на 10 %, что говорит о повышении полноты экспертизы знаний выпускника.

Литература

1. Документация ДО MOODLE [Электронный ресурс] / М. Dougiamas, “Moodle”. — Перс, Австралия, 2009. — <http://docs.moodle.org>. — 09.12.2009.
2. Чубукова, И.А. Data Mining: учеб. пособие / И.А. Чубукова. — М.: Интернет ун-т информ. технологий, БИНОМ, Лаборатория знаний, 2006. — 382 с.
3. Справочная система NeuroShell 2 [Электронный ресурс] / НИИЯФ МГУ, ООО “НейроПроект” — М., 2009 — <http://www.neuroproject.ru/> — 09.12.2009.
4. Державний стандарт професійно-технічної освіти: ДСПТО 8340.2.10.61.00-2007. — [Чинний від 2007-08-29]. — Офіц. вид. — К., 2007. — 109 с.

Рецензент д-р техн. наук, проф. Одес. нац. политехн. ун-та Крисилев В.А. Поступила в редакцию 2 сентября 2009 г.

Рекомендации по трудоустройству выпускника

Студент Кортнев Константин прошел обучение в Учебном центре специалистов морского транспорта по специальности “Матрос” с присвоением ему квалификации II класса.

По результатам обучения студента УЦСМТ дает следующие рекомендации по дальнейшему трудоустройству выпускника.

Наиболее подходящим местом трудоустройства являются следующие суда:

- наливные, нефтеналивные, газовозы;
- нефтемусоросборщики;
- суда иностранных компаний.

Выпускник УЦСМТ Кортнев Константин, работая в каком-то из данных направлений сможет наилучшим образом использовать полученные знания и реализовать свой профессиональный потенциал.

б

Рис. 3. Фрагмент отчета “Оценка интегральной профессиональной характеристики выпускника” (а) и отчет “Рекомендации по трудоустройству выпускника” (б)