



## ФОРМИРОВАНИЕ ПЛАГИНОВ LMS MOODLE ДЛЯ АДАПТИВНОГО ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРЫ КУРСА ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

**А.Н. ЖИВЕНКОВ**  
**О.Г. ИВАНОВА**

*Тамбовский  
государственный  
технический  
университет*

Рассмотрена возможность разработки плагинов системы организации обучения (LMS – learning management system) Moodle в целях создания интеллектуальной системы обучения с адаптивным построением структур курсов обучения.

Ключевые слова: информационная система, LMS Moodle, моделирование, электронное обучение, нечеткие сети Петри.

В последние годы большой популярностью в университетах мира, в том числе и в РФ, пользуется программная среда MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). Между тем, в ней отсутствует ряд функциональных компонентов, не позволяющих использовать данную среду в качестве системы интеллектуального обучения.

Использование системы организации обучения Moodle в учебном процессе были рассмотрены многими авторами: Белозубовым А.В., Николаевым Д.Г., Немцевым А.Н., Маматовым А.В., Беленко В.А., Толстобровым А.П., Коржиком И.А. Так, в работе [2] хорошо описаны основы работы с LMS Moodle, в работе [7] рассматриваются вопросы обеспечения качества тестовых заданий при использовании электронных систем управления обучением. Приводятся примеры практического использования встроенных средств сетевой системы управления обучения Moodle для статической обработки результатов тестирования с целью получения характеристик, позволяющих количественно оценить способности конкретных тестовых заданий. Хорошим примером использования LMS Moodle для разработки собственной системы электронного обучения с определенным набором функциональных возможностей может служить система «Пегас» Белгородского государственного университета. Так, в работах [1, 6] авторами: Немцевым А.Н., Маматовым А.В., Беленко В.А., Немцевым С.Н., Штифановым А.И., Загороднюком Р.А. описан пакет программных средств «Пегас» для создания курсов дистанционного обучения и web-сайтов. Но рассмотренные данными авторами подходы не охватывают вопрос разработки системы электронного обучения с возможностью адаптивного построения курса обучения. Актуальным является создание обучающей информационной системы с возможностью адаптации структуры компьютерного курса обучения индивидуально для каждого пользователя. Тот факт, что LMS Moodle распространяется под лицензией GNU GPL, т.е. является программным обеспечением с открытыми исходными кодами, позволяет на её основе сгенерировать собственную систему с требуемыми функциональными возможностями:

- управлять учебной деятельностью учащихся;
- контролировать выполнение заданий;
- формировать индивидуальные наборы учебно-тренировочных задач;
- адаптировать структуру курса обучения под пользователя.

Moodle дает возможность проектировать, создавать и в дальнейшем управлять ресурсами информационно-образовательной среды. Интерфейс системы изначально был ориентирован на работу пользователей, не обладающих глубокими знаниями в области программирования и администрирования баз данных, веб-сайтов и т.п. Система имеет удобный интуитивно понятный интерфейс [8].

Рассмотрим построение информационной адаптивной системы обучения на примере курса информатики в разделе «теория вычислений». Адаптация заключается в конструировании оптимального для конкретного пользователя набора учебных элементов. На рис. 1 показан фрагмент тематической структуры курса, соответствующей первоначальному набору учебных элементов.



Преподаватель самостоятельно прибегая только к помощи справочной системы, создает электронный курс и управляет его работой. Практически во всех ресурсах и элементах курса в качестве полей ввода используется удобный WYSIWYG HTML редактор, кроме того, существует возможность ввода формул в формате TeX или Algebra. Можно вставлять таблицы, схемы, графику, видео, флэш и др. Используя удобный механизм настройки, составитель курса может, даже не обладая знанием языка HTML, легко выбрать цветовую гамму и другие элементы оформления учебного материала. Преподаватель может по своему усмотрению использовать как тематическую, так календарную структуризацию курса. При тематической структуризации курс разделяется на секции по темам.

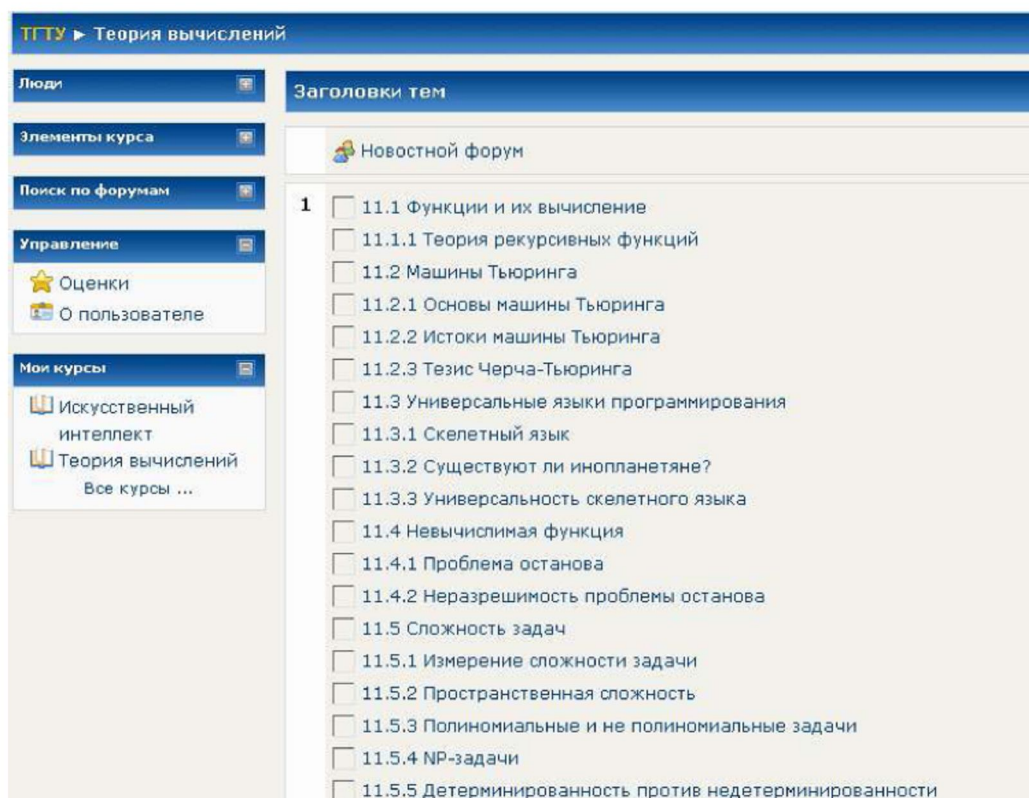


Рис. 1. Фрагмент темы курса «Теория вычислений»

При календарной структуризации каждая неделя изучения курса представляется отдельной секцией, такая структуризация удобна при дистанционной организации обучения и позволяет учащимся правильно планировать свою учебную работу.

Далее преподаватель формирует банк вопросов для данного курса.





Порядок	Название вопроса	Тип	Оцен
↓	... программы - это преобразование программы, представленной на одном из языков программирования, в программу на другом языке и, в определенном смысле, равносильную первой. (Дополните предложение)	☐	1
↑ ↓	Укажите принцип объектно-ориентированного программирования, который машина Тьюринга наиболее ярко отражает.	☐☐☐	1
↑ ↓	Универсальность скелетного языка заключается в ... (Дополните предложение)	☐☐☐	1
↑ ↓	Есть ли такой алгоритм, который для любой программы на скелетном языке может определить, самозавершающаяся она или нет?	☐☐☐	1
↑ ↓	Инструмент сред программирования, компонент-	☐☐☐	1
↑ ↓	При выполнении арифметических операций, обычные результаты которых лежат в диапазоне от 0 до m-1, в модульной системе мы получим ... (Дополните предложение)	☐☐☐	1
↑ ↓	Строя систему шифрования с открытым ключом мы начинаем с ...	☐☐☐	1
↑ ↓	Укажите недопустимое имя переменной в скелетном языке.	☐☐☐	1
↑ ↓	Языки программирования по ориентации на сферу применения делятся на ... (Дополните предложение)	☐☐☐	1
↑ ↓	Термин "Криптография с открытым ключом" отражает тот факт, что ключи могут быть известны ...	☐☐☐	1
↑ ↓	Шифрование с открытым ключом, основанное на математической концепции, известно как...	☐☐☐	1
↑ ↓	... функции - это значения, передаваемые функции, а также символьное имя в тексте программы, выступающее в качестве идентификатора этого значения. (Дополните предложение)	☐☐☐	1
↑ ↓	... функция - в программировании особый вид функций, которые объявляются в месте использования и не получают уникального идентификатора для доступа к ним. (Дополните предложение)	☐☐☐	1
↑ ↓	Укажите название специального состояния, с которого начинается вычисление на машине Тьюринга.	☐☐☐	1
↑ ↓	Соотнесите данные термины с их верными определениями.	☐☐☐☐	1
↑	Соотнесите термин и его определение.	☐☐☐☐	1

Рис. 2. Фрагмент банка вопросов для курса «Теория вычислений»

Вопросы в банке упорядочены по категориям. По умолчанию для каждого курса создается отдельная категория, кроме того, существуют категории, совпадающие с общими категориями курсов. При желании можно создать дополнительные категории (вкладка). Перед созданием вопроса нужно выбрать категорию, к которой будет относиться этот вопрос.

Студент под своей учетной записью регистрируется в системе. Доступ осуществляется через web-интерфейс, что позволяет работать с системой с любого компьютера, где есть браузер. Выбирает доступные ему курсы обучения. Изучает тематический материал. Далее студент проходит рубежный контроль, состоящий из набора тестовых заданий, который преподаватель поставил для первоначального прохождения курса.

The screenshot shows a testing interface with three questions:

- Question 1:** "Соотнесите данные термины с их верными определениями." (Match the terms with their correct definitions). The user has entered:
  - Алгоритм: "точный набор инструкций, описывающих последовательность действий исполнителя для достижения результата реше"
  - Переменная: "применованная либо адресуемая иным способом область памяти, имя или адрес которой можно использовать для ос"
  - Функция: "соответствие между набором возможных входных значений и набором выходных значений."
 The system shows "Верно" (Correct) and "Баллов за ответ: 1/1".
- Question 2:** "Универсальность скелетного языка заключается в ... (Дополните предложение)." (Completeness of the skeleton language is due to ... (Complete the sentence)).
  - Options:
    - a. независимости от операционной системы
    - b. легкости написания програми
    - c. свободном синтаксисе
    - d. выражении любого алгоритма
  - The user selected option d, which is marked as correct with a green checkmark. The system shows "Верно" and "Баллов за ответ: 1/1".
- Question 3:** "Укажите недопустимое имя переменной в скелетном языке." (Specify the disallowed variable name in the skeleton language).
  - Options:
    - a. T700A
    - b. FGKER
    - c. R45
    - d. 5BTU
  - The user selected option d, which is marked as correct with a green checkmark. The system shows "Верно" and "Баллов за ответ: 1/1".

Рис. 3. Пример работы подсистемы тестирования



До этого момента были задействованы базовые возможности LMS Moodle, далее рассмотрим разработанный программный комплекс мониторинга обучения студентов на основе сетей Петри и генерации адаптивной структуры курса обучения. Данный комплекс был реализован на языке php с использованием базы данных MySQL.

Результат прохождения курса обучения протоколируется системой. Анализируя протокол работы пользователя, есть возможность построить модель прохождения обучения пользователя на основе нечетких сетей Петри (НСП). Сети Петри назначены для адекватного представления и анализа структуры динамически дискретных моделей сложных систем и логико-временных особенностей процессов и функционирования [3]. Нечеткость в структуре модели обусловлена тем, что набор конкретных позиций и переходов описывается нечеткой лингвистической переменной «присутствии элемента», и для каждого пользователя будет существовать какой-то один конкретный набор учебных элементов.

Основная идея заключается в том, что рассматриваемая система состоит из отдельных взаимодействующих компонент. Под компонентой будем понимать элементарный неделимый блок материала, который может быть представлен: текстовой страницей, веб-страницей, ссылкой на файл, веб-страницу или пункт глоссария, заданием, вопросом теста. Каждая компонента имеет свое состояние. Состояние компоненты – это абстракция соответствующей информации, необходимой для описания ее (будущих) действий. Состояние компоненты зависит от предыстории этой компоненты, со временем состояние компоненты будет меняться. Понятие «состояние» очень важно, т.к. отображает поведение моделируемой системы. Действия компонент системы присущи совмещенность или параллелизм. Действия одной компоненты системы могут производиться одновременно с действиями других компонент. Например, в рассматриваемой системе одновременно может происходить авторизация пользователя, чтение другим пользователем веб-страниц, файлов, прохождение 3-им пользователем тестирования и т.п.

Компоненты представлены вектором  $\hat{P}^0$ , т.е. множеством позиций НСП. Переходы между компонентами представлены вектором  $\hat{T}^0$ , т.е. множеством переходов НСП. Начальное заполнение векторов  $\hat{P}^0$  и  $\hat{T}^0$  следует из опыта эксперта и определяет наличие позиций и переходов в модели первоначального курса обучения. На практике это означает, что человек, разрабатывающий курс обучения, определяет набор компонент (текстовых страниц, веб-страниц, ссылок на файлы, тестовых задания, вопросов) для первоначальной структуры курса обучения. Также определяются альтернативные элементы с назначением удельных весовых коэффициентов  $e_i^0 \in [0,1]$ ,  $\forall i \in (1,2,\dots,n)$ , означающих возможное присутствие данных элементов в последующих изменениях структуры курса обучения. Весовым коэффициентам для элементов, определенных в первоначальной структуре курса обучения, присваивается значение 1. Весовым коэффициентам альтернативных элементов присваивается значение в диапазоне  $[0-0,5]$ , что определяет лишь их возможное присутствие в последующих изменениях курса обучения. Человеку, разрабатывающему курс обучения, предлагается выбрать для каждого элемента значение нечеткой лингвистической переменной «присутствие», определяющей коэффициент  $e_i$ , из списка возможных значений: полностью ( $e_i=1$ ), возможно ( $e_i=0,48$ ), слегка ( $e_i=0,24$ ), мало ( $e_i=0,12$ ).

На рис. 4 представлен скриншот работы системы мониторинга обучения в виде модели на основе нечетких раскрашенных сетей Петри. Набор позиций  $p_1, p_2, \dots, p_n$  соответствует компонентам учебного материала. Маркер в позиции  $p_3$  описывает этап прохождения курса обучения одного из пользователей. Допустимые в сети цвета маркера определены следующим образом:

ID=(Id\_group, Id\_user, Id\_req, Full, Id\_app, Id\_course, UL\_Array, UTZ\_Array), где



Id\_group – целое неотрицательное число, определяющее принадлежность пользователя к группе;

Id\_user – целое неотрицательное число, определяющее идентификатор пользователя портала;

Id\_req – целое неотрицательное число, идентификатор запроса к portalу;

Full – логического типа с набором значений {true,false}, отвечающие за полноту заполнения формы запроса к portalу;

Id\_app – целое неотрицательное число, определяющее внутренние приложения информационной системы;

Id\_course – целое неотрицательное число, определяющее идентификатор учебного курса;

UL\_Array – массив пар (ID\_UL, Fp), определяющих наличие или отсутствие позиций в структуре сети Петри, которым соответствуют учебные элементы в структуре обучающего курса;

UTZ\_Array – массив пар (ID\_UTZ, Fu), определяющих наличие или отсутствие позиций в структуре сети Петри, которым соответствуют учебно-тренировочные задачи в курсе обучения.

Req = list of (key, value), где Key – строкового типа, Value – строкового типа.

Data = list of (key, value), где также Key – строкового типа, Value – двоичный набор данных.

Функции цвета, позволяют математически описать параметры маркера, который полностью соответствует данным одного из обучаемых. Серым цветом на рисунке изображены возможные позиции и переходы в структуре курса обучения пользователя после реконструкции набора учебных элементов.

По результатам прохождения тестовых заданий система выдает числовую оценку в количественном и процентом соотношении, но данная оценка не позволяет сделать выводы, дающие комплексную картину успеваемости обучаемого по данному предмету. Поэтому актуальным является разработка плагина, позволяющего дать качественную оценку успеваемости обучаемого и на основе этой оценки сформировать адаптированный для пользователя курс обучения [4].

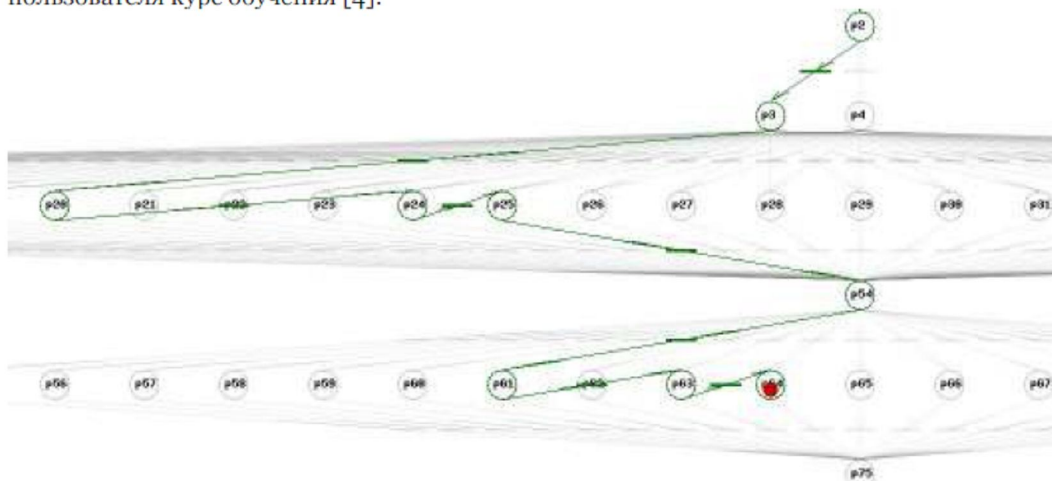


Рис. 4. Модель прохождения обучения в виде сети Петри

Разработанный метод использует нейросетевую модель для классификации текущего уровня знаний пользователя. Входными данными для нейросети является вектор ответов после прохождения рубежного контроля знаний. На выходе нейросети выдается

нечеткая оценка уровня знаний пользователя. Используя данную оценку и процедурную модель, описанную в статье [5], формируется оптимальный набор учебно-тренировочных задач. Набор учебных элементов подбирается исходя из нечеткой оценки уровня успеваемости пользователя. В рассматриваемом – курсе примером нечеткой оценки могут быть знания по теме «машина Тьюринга» – *слегка неудовлетворительные*. Система на основе данной оценки анализирует набор учебных элементов и назначает другие весовые коэффициенты  $e_i$ , соответствующие лингвистической переменной «присутствие» элемента. Те элементы, чье значение лингвистической переменной «присутствие» больше 0,5, т.е. элемент полностью присутствует, будут поставлены в рекомендованную структуру курса обучения. Используя данный подход, был разработан плагин, позволяющий генерировать структуру курса обучения, которая состоит из набора элементов учебного материала, рассчитанного на конкретного пользователя с его успеваемостью.

После генерирования новой структуры курса обучения пользователь вновь проходит все этапы, описанные выше. На рис. 5 представлен фрагмент набора учебных элементов для примера, когда пользователь после прохождения теста получил качественную оценку знаний по теме «машина Тьюринга» – *слегка неудовлетворительные*. Из базы данных были выбраны только те учебные элементы, которые требуются для успешного освоения неизученного материала. Обучение продолжается до тех пор, пока качественная оценка уровня подготовки пользователя не станет равной требуемым преподавателем, тогда курс считается пройденным успешно.

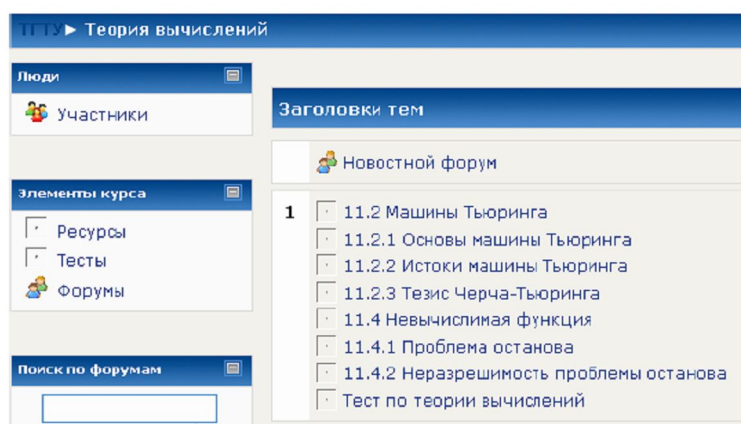


Рис. 5. Рекомендованная структура курса обучения

Рассмотренный подход построения информационной адаптивной системы обучения на базе Moodle обладает рядом преимуществ перед конкурентными системами и позволяет:

- адаптировать структуру курса обучения, рассчитанную на конкретного пользователя;
- осуществлять мониторинг прохождения курса обучения пользователями на основе модели в виде НСП;
- проводить дальнейшие исследования в данной области в целях улучшения качества автоматизации компьютерного обучения.

#### Литература

1. Беленко Т.В. Реализация педагогического дизайна в информационно-технологическом комплексе электронного обучения «Пегас» // Материалы Интернет-конференции «Современный преподаватель: личность и деятельность» URL: <http://unid.bsu.edu.ru> (дата обращения 20.08.2010)



2. Белозубов А.В., Николаев Д.Г. Система дистанционного обучения Moodle: Учеб.-метод. пособие. – СПб., 2007. – 108 с.
3. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2007. – 284 с.
4. Живенков А.Н. Анализ существующих и пути развития интеллектуальных обучающих курсов // Живенков А.Н. Информационные системы и процессы. – 2009. – Вып. 8. – С.31-37.
5. Живенков А.Н. Алгоритм построения оптимального набора учебно-тренировочных задач при создании обучающего портала / А.Н. Живенков // Моделирование систем и информационные технологии : межвуз. сб. науч. трудов. – Воронеж, 2010. – Вып. 7. – 148-152 с.
6. Маматов А.В., Немцев А.Н., Клепикова А.Г., Штифанов А.И. Методика применения дистанционных образовательных технологий преподавателями вуза: учеб. пособие. – Белгород: Изд-во БелГУ. – 2006. – 161 с.
7. Толстобров А.П. Возможности анализа и повышения качества тестовых заданий при использовании сетевой системы управления обучения MOODLE / Толстобров А.П., Коржик И.А. // Вестник ВГУ. – 2008, №2 – 100-106 с.
8. LMS Moodle. URL: <http://www.moodle.org> (дата обращения 17.07.2010).

## **CONFIGURATION OF LMS MOODLE PLUGINS FOR ADAPTIVE CONSTRUCTION OF ELECTRONIC LEARNING COURSE STRUCTURE**

**A.N. ZHIVENKOV**  
**O.G. IVANOVA**

*Tambov State  
Technical University*

The article considers the possibility of developing of plugins for learning management system (LMS) Moodle to create intellectual learning system with adaptive structure of learning course.

Key words: information system, LMS Moodle, modeling, e-Learning, indistinct networks of Petri.