

Литература

1. Shujuan Jiang, Yuanpeng Jiang. An analysis approach for testing exception handling programs // SIGPLAN Notices. «ACM» – NY, USA. 2007. Vol. 42.
2. Sandhu P. S., Dhiman S. K., Goyal A. A genetic algorithm based classification approach for finding fault prone classes // World Academy of Science, Engineering and Technology. 2009. Vol. 60. P.485-488.
3. Буздалов М.В. Генерация тестов для олимпиадных задач по программированию с использованием генетических алгоритмов // Научно-технический вестник. – № 02(72). – 2011. – С. 72-76.
4. Новосельский В.Б., Павловская Т.А. Выбор и обоснование критерия эффективности при проектировании распределенных баз данных // Научно-технический вестник. – № 02(60). – 2009. – С. 76-82.

Смирнов А.И.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ Г. РАША

(УИЭУиП, Екатеринбург)

В настоящее время в связи с проводимыми в сфере образования реформами вопросы контроля и управления качеством обучения приобретают большое значение. Широкое распространение в качестве методов контроля знаний получили, в частности, различные процедуры тестирования. Вместе с тем, при использовании результатов тестирования вузы часто ограничиваются простейшей статистической информацией, не проводя глубокий их анализ математическими методами. Вузы, использующие математические методы анализа, в свою очередь, как правило, ограничиваются оценкой эффективности теста в целом, а также его корректности, уровня сложности и согласованности отдельных тестовых заданий (конструирование, анализ и модернизация теста [1], [2], [3]). Разработка же математических моделей, позволяющих предсказывать уровень знаний студентов после обучения (и соответственно результатов их тестирования), не нашла столь широкого распространения ([4]).

Между тем предсказывающие модели могли бы использоваться в процедурах управления и оптимизации учебным процессом. При обработке результатов тестирования широко используется однопараметрическая модель Г. Раша, позволяющая разделить влияние на конечные результаты тестирования уровня знаний студентов и сложности тестовых заданий ([2]). После тестирования группы студентов с помощью полученной матрицы тестирования можно вычислить значения уровня сложности каждого из заданий и уровня знаний каждого из студентов. Поскольку считается, что уровень знаний студентов не зависит от проведенного теста, можно предсказать результаты прохождения теми же студентами другого теста, для которого известны уровни сложности зада-

ний. Для вычисления вероятности правильного выполнения i -тым студентом j -того задания:

$$p_{ij} = \frac{e^{\theta_i - \beta_j}}{1 + e^{\theta_i - \beta_j}},$$

где p_{ij} – вероятность правильного решения i -тым студентом j -того задания;
 θ_i – уровень знаний i -того студента (постоянен для каждого студента);
 β_j – уровень трудности j -того задания теста.

Для предсказания результатов прохождения теста с известными значениями β_j вопросов (уровни сложности вопросов) другими студентами необходимо знать значения θ_i – уровни знаний этих студентов.

Предположим, что уровень знаний студента после обучения зависит от «обучаемости» студента, от педагогических качеств преподавателя и от условий обучения. Для разделения их влияния:

- *учет «обучаемости» студентов*: произведем классификацию студентов на несколько фракций по их способности к обучению. В первом приближении достаточно разделить студентов на «троечников», «хорошистов» и «отличников»;
- *учет педагогических качеств преподавателя*: предположим, что уровень знаний студентов каждой фракции после обучения у данного преподавателя остается таким же, как и у ранее обучавшихся у него студентов этой же специальности. При этом педагогические качества преподавателя описываются набором средних значений уровня знаний студентов разных фракций обучаемости $\theta^{(3)}$, $\theta^{(4)}$, $\theta^{(5)}$ – (педагогическая характеристика преподавателя – средние уровни знаний «троечников», «хорошистов» и «отличников»);
- *учет условий обучения*: преобразуем значения средних уровней знаний студентов разных фракций обучаемости $\theta^{(3)}$, $\theta^{(4)}$, $\theta^{(5)}$ (компоненты педагогической характеристики преподавателя) в функции от фиксируемых в процессе обучения факторов \mathbf{Z} (например, z_1 – количество часов аудиторной нагрузки, z_2 – наличие дополнительных консультаций, z_3 – наличие курсовой и контрольной работ и т.д.) $\theta^{(3)}(\mathbf{Z})$, $\theta^{(4)}(\mathbf{Z})$, $\theta^{(5)}(\mathbf{Z})$. Если условия обучения не меняются, учет условий обучения невозможен.

Для учета условий обучения разложим неизвестные функции $\theta^{(3)}(\mathbf{Z})$, $\theta^{(4)}(\mathbf{Z})$, $\theta^{(5)}(\mathbf{Z})$ в степенные ряды Тейлора по компонентам вектора \mathbf{Z} (z_1, z_2, \dots) в окрестностях некоторых «средних» условий обучения, ограничиваясь нулевым, первым или вторым порядком производных. При нулевом порядке педагогическая характеристика преподавателя сводится к набору констант:

$$\theta^{(3)}(\mathbf{Z}) = a_0^{(3)} \quad \theta^{(4)}(\mathbf{Z}) = a_0^{(4)} \quad \theta^{(5)}(\mathbf{Z}) = a_0^{(5)}$$

При первом порядке учитываемых производных:

$$\theta^{(3)}(\mathbf{Z}) = a_0^{(3)} + a_1^{(3)} * z_1 + a_2^{(3)} * z_2 + \dots$$

$$\theta^{(4)}(\mathbf{Z}) = a_0^{(4)} + a_1^{(4)} * z_1 + a_2^{(4)} * z_2 + \dots$$

$$\theta^{(5)}(\mathbf{Z}) = a_0^{(5)} + a_1^{(5)} * z_1 + a_2^{(5)} * z_2 + \dots$$

При порядке учитываемых производных не выше двух:

$$\theta^{(3)}(\mathbf{Z}) = a_0^{(3)} + a_1^{(3)} * z_1 + a_2^{(3)} * z_2 + \dots + a_{11}^{(3)} * z_1^2 + a_{12}^{(3)} * z_1 * z_2 + \dots$$

$$\theta^{(4)}(\mathbf{Z}) = a_0^{(4)} + a_1^{(4)} * z_1 + a_2^{(4)} * z_2 + \dots + a_{11}^{(4)} * z_1^2 + a_{12}^{(4)} * z_1 * z_2 + \dots$$

$$\theta^{(5)}(\mathbf{Z}) = a_0^{(5)} + a_1^{(5)} * z_1 + a_2^{(5)} * z_2 + \dots + a_{11}^{(5)} * z_1^2 + a_{12}^{(5)} * z_1 * z_2 + \dots$$

Коэффициенты приведенных зависимостей можно определить по экспериментальным данным с помощью МНК (регрессионного анализа).

Таким образом, для прогнозирования уровня знаний студента (соответственно и результатов их тестирования после обучения) достаточно:

1. По результатам обучения и тестирования студентов в предшествующие периоды определить «педагогическую характеристику преподавателя» – набор зависимостей конечных уровней знания студентов разных групп обучаемости от вектора параметров обучения Z .
2. Классифицировать рассматриваемого студента – отнести его к одной из фракций по обучаемости.
3. Определить значения параметров обучения Z .

Значения компонент вектора Z подставляются в соответствующий элемент педагогической характеристики преподавателя. Учет условий обучения при этом предоставляет возможность «подобрать» условия, обеспечивающие получение студентом требуемого уровня знаний.

Смысл предложенного подхода: разделение студентов на фракции по обучаемости необходимо ввиду различной эффективности обучения студентов разной степени «восприимчивости». Для повышения точности модели можно увеличить количество фракций и способ классификации (например, проводить специализированное предварительное тестирование по циклу дисциплин, необходимых для усвоения курса).

Раздельное определение результатов обучения разных фракций можно объяснить тем, что каждый преподаватель в силу особенностей своих педагогических наклонностей и научно-практического опыта может быть ориентирован на преимущественное обучение «сильных» студентов с некоторым ущербом для «слабой» подгруппы (см. рис. 1, а), или на «подтягивание» слабых студентов до среднего уровня (рис 1, б):

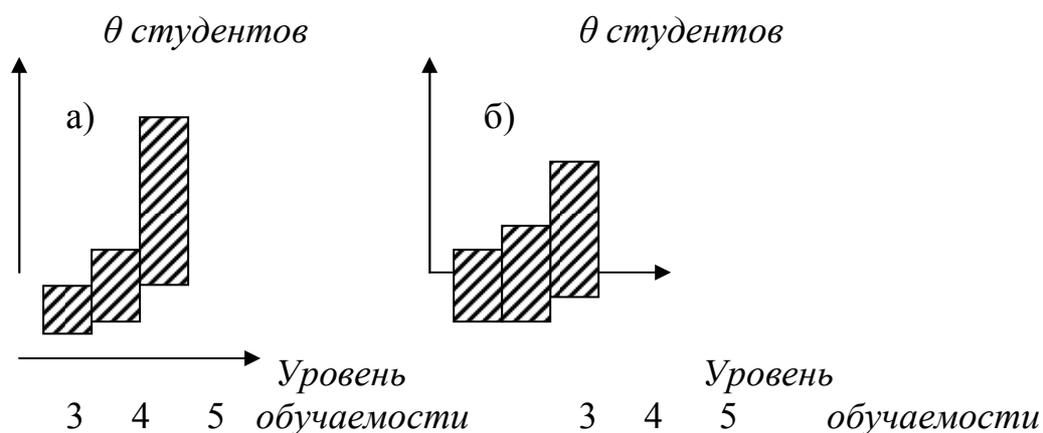


Рис. 1. Уровень знаний студентов: а) – при акценте на обучении «сильных» студентов, и б) – при акценте на обучении «слабых»

Наконец, учет условий обучения (вектор Z) позволяет подбирать параметры обучения, позволяющие обучить студентов до нужного уровня. При наличии педагогических характеристик нескольких преподавателей и предвари-

тельной классификации студентов по обучаемости с помощью предложенной модели можно решать широкий круг задач по формированию учебных групп, распределению учебной нагрузки по преподавателям и корректировке учебных планов с целью получения студентами необходимого уровня знаний, т.е. управлять учебным процессом в прямом смысле слова.

Литература

1. Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий. – М.: Изд-во Центра тестирования Минобразования РФ. – 2002. – 239 с.
2. Каракозов С.Д. Информационно-математические модели тестирования и интерпретация ЕГЭ // <http://ege.uni-altai.ru/pub/karakozov.doc>.
3. Васильев В.И., Тягунова Т.Н. Основы культуры адаптивного тестирования. – М.: Издательство ИКАР. – 2003. – 584 с.
4. Маркс С.Р., Смирнов А.И., Соколова Т.Е. Прогнозирование результатов обучения // Информатика: проблемы, методология, технологии: материалы Восьмой Международной научно-методической конференции (7-8 февраля 2008г.): Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета. – 2008. – Т. 2. – С. 30-33.