

ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 37.02(091)
ББК 4403(0)+4402.6

ГСНТИ 14.09.25

Код ВАК 13.00.01

Асауленко Евгений Васильевич,

преподаватель Краевого государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения «Дивногорский гидроэнергетический техникум им. А. Е. Бочкина»; 663091, Красноярский край, г. Дивногорск, ул. Чкалова, 41; e-mail: evgeniy.asaulenko@mail.ru.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ С ПОЗИЦИЙ ТЕОРИИ ЧЕРНОГО ЯЩИКА

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: черный ящик, историческая периодизация, моделирование, адаптивный контроль знаний, теория тестирования.

АННОТАЦИЯ. Статья посвящена анализу исторического процесса развития методов контроля знаний с позиций теории черного ящика (ЧЯ). Целью работы является выделение исторических этапов возникновения и применения модели ЧЯ в области контроля знаний для понимания ее места в собственном историческом процессе развития и прогнозирования новых подходов к ее использованию в современном образовании. В статье описано противоречие ресурсы–качество (РК-противоречие), возникающее при применении модели ЧЯ. Выделены исторические этапы развития методов контроля знаний с позиций теории ЧЯ, в которых поочередно: модель ЧЯ отсутствует, вводится, утверждается и развивается. В качестве движущих сил развития модели ЧЯ в дидактике при контроле знаний выделяются различные способы борьбы с РК-противоречием. Эти способы преодоления РК-противоречия перечислены, и показано, что все они в настоящее время разрабатываются. Таким образом, поскольку новые способы борьбы с РК-противоречием отсутствуют, делается вывод о том, что возможности применения модели ЧЯ исчерпаны, то есть она находится на финальном этапе своего развития и необходим поиск новых методов контроля знаний ввиду принципиальной невозможности разрешения РК-противоречия в парадигме модели ЧЯ.

Asaulenko Evgeniy Vasilyevich,

Teacher, Divnogorsk Hydropower Technical School named after A.E. Bochkin, Krasnoyarsk Krai, Divnogorsk, Russia.

ANALYSIS OF DEVELOPMENT OF METHODS OF KNOWLEDGE EVALUATION IN THE FRAMEWORK OF THE BLACK BOX THEORY

KEYWORDS: black box, historical periodization, modeling, knowledge evaluation, theory of testing.

ABSTRACT. The article is devoted to analysis of historical development of methods of evaluation of knowledge from the positions of the black box theory (BB). The purpose of the study consists in determining historical stages of creation and application of the BB model in the field of knowledge control for understanding its role in its own historical development and predicting new approaches to its application in modern education. The article describes the opposition of resources – qualities (RQ-contradiction) arising from the application of the BB model. The author defines the following historical stages of development of the methods of evaluation of knowledge in the framework of the BB theory: the BB model is absent, the BB model has just been introduced, the BB model is being practiced and the BB model has been developed. Various methods of overcoming the RQ-contradiction are singled out as driving forces of development of the BB model in didactics for knowledge evaluation. These methods of overcoming the RQ-contradiction are enumerated and it is shown that all of them are being developed now. Thus, as long as new methods of overcoming the RQ-contradiction are absent, the author comes to the conclusion that opportunities of application of the BB model have been exhausted, i.e. it is at the final stage of its development, and a search of new methods of evaluation of knowledge is necessary.

Моделирование, позволяющее в процессе формализации отказать от второстепенных, несущественных свойств изучаемого явления или объекта, является мощным методом научного познания. Однако точность, достоверность и простота результатов зависят от применяемой модели. Используемые модели переживают различные этапы. Они вводятся, используются и с повышением требований к результатам либо перерабатываются, либо уходят с научной арены, уступая свое место новым, более точным моделям. Моделирование активно применяется и в педагогике

[6, с. 36–37]. Под моделированием понимают отображение свойств и отношений реального объекта на специально созданном для этого материальном или идеальном объекте (модели) [19, с. 338]. Этот метод применяют в тех случаях, когда исследовать реальные объекты физически невозможно, экономически нецелесообразно или когда объект изучения сложен и непосредственное его изучение затруднительно.

Рассмотрим одну из наиболее общих моделей – модель черного ящика. Согласно определению, черным ящиком (ЧЯ) называют объект, внутреннее устройство которого

го либо неизвестно, либо слишком сложно для того, чтобы можно было по свойствам его составных частей и структуре связей между ними делать выводы о поведении объекта [15, т. 29, с. 107].

Модель ЧЯ используется в дидактике при контроле знаний. Необходимость ее применения зависит от вида контроля. При текущем контроле модель ЧЯ к ученику может и не применяться. Напротив, при итоговом контроле это стало стандартом де-факто. Примером того может послужить единый государственный экзамен (ЕГЭ), в котором все участники оказываются в равных условиях. При проведении ЕГЭ не учитываются отметки, полученные учениками ранее, в процессе обучения. Считается, что о знаниях, умениях и навыках ученика ничего не известно, и задача ЕГЭ обнаружить и оценить их. Подобных примеров множество. Модель ЧЯ используется уже несколько столетий, и поэтому требуют ответа следующие вопросы: «На какой стадии собственного процесса развития находится модель ЧЯ?», «Может ли модель ЧЯ дать принципиально новые и лучшие результаты в области контроля знаний?».

Настоящая работа посвящена исследованию процесса развития методов контроля знаний с позиций теории ЧЯ. Целью работы является выделение этапов в использовании модели ЧЯ при контроле знаний, причин, повлиявших на их смену, и определение перспектив ее дальнейшего использования.

Относительно контроля знаний, категории теории ЧЯ следует понимать следующим образом. ЧЯ является моделью ученика. Под *воздействием* на ЧЯ подразумевается представление ученику некоторого контрольного задания, под *ответной реакцией* — деятельность и ее результаты при выполнении этого задания. Знания, умения и навыки ученика в предметной области, по которой ведется контроль, являются *устройством* ЧЯ. Экзаменатор выступает *исследователем*, задача которого понять, каково устройство ЧЯ.

Для получения суждения об устройстве ЧЯ требуется анализ многочисленных воздействий на него и получаемых ответных реакций. В реальности для проведения каждого такого испытания требуется конечное время и некоторые затраты энергии. Поэтому, чем точнее определяется устройство ЧЯ, тем больше необходимо временных и энергетических затрат. Описанную проблему, возникающую при применении модели ЧЯ, назовем противоречием *ресурсы-качество* (РК-противоречие).

Проведем анализ исторического процесса развития методов контроля знаний, умений и навыков с позиций теории ЧЯ.

1. Додидактический этап (Античность и Средние века). Обучение следующего поколения возникло одновременно с появлением человека как вида, вероятно, в виде первобытных форм семейного воспитания и способствовало сохранению популяции. С ростом производительных сил и разделением труда выделился социальный институт — школа. Охарактеризуем школы крупнейших цивилизаций с целью выделить в них общие черты.

В Древней Греции (3 тыс. до н.э. — I в. н.э.) существовала система общественных платных школ. Обучались в них исключительно знатные юноши [10, с. 13]. В Древней Индии конца Ведийского периода (2 тыс. до н.э. — V в. до н.э.) роль школы выполнял дом учителя (гурукула). Обучение было платным, обучались только представители высших каст. Платность обучения сохранялась в Индии и в средних веках [5, с. 46]. В Древнем Египте (3 тыс. до н.э.) существовали школы писцов, готовящие кадры для ведения канцелярской работы. Обучение было доступно лишь привилегированному меньшинству и предназначалось только для мальчиков [5, с. 41]. В Западной Европе (в VI–VII вв.) существовали приходские и монастырские школы. Обучались в них только мальчики и юноши из высших сословий. Классы были немногочисленны (3–10 учеников). В школах учились дети свободных и состоятельных людей [10, с. 15]. В Киевской Руси (IX–XIII вв.) основной формой воспитания было семейное воспитание. Бояре приглашали домашних учителей. Организацией начального обучения грамоте занималась церковь. Ученики, объединенные в группы до восьми человек, занимались на монастырских подворьях, за обучение платили [5, с. 198].

Общими чертами этого этапа развития образования является большой удельный вес семейной (домашней, индивидуальной) формы воспитания и обучения. Наличие половой, религиозной и сословной дифференциации учеников. Обучение платное. Классы немногочисленны.

В таких условиях не возникает необходимость создания технологий контроля знаний. Задача определения уровня подготовки решалась методом экспертной оценки в процессе совместной деятельности и общения учителя и ученика, родителя и ребенка, мастера и подмастерья и т.д. На этом этапе модель ЧЯ к ученику не применялась и РК-противоречие отсутствует.

2. Возникновение дидактики (Новое время). С наступлением Нового времени и эпохи Просвещения предпринимаются попытки построить образование на светских началах. В школах увеличивается

количество учеников из крестьян и горожан. Так, например, в общеобразовательных школах Франции уже в XVII в. половину учеников составляли представители третьего сословия [5, с. 269]. Школьная программа расширяется предметами нерелигиозного содержания. Увеличение численности учеников в расчете на одного учителя и расширение спектра изучаемых дисциплин привело к тому, что в школах массово появились экзамены как система контроля знаний и средство мониторинга образовательного процесса. Система образования приобретает знакомые нам современные формы.

Основные педагогические идеи этой эпохи отражены в трудах Я. А. Коменского. В «Великой дидактике» Коменского теоретически обоснованы классно-урочная система, необходимость создания школ, всеобщего и для обоих полов начального обучения, широкое многопредметное обучение, планирование учебного процесса, основные дидактические принципы, обучение одним учителем множества учеников [9, с. 242-477].

Исходя из познаваемости мира, Коменский делает вывод о возможности управления всеми явлениями, связанными с педагогическим процессом. Для этого необходим объективный учет знаний. Частая проверка знаний у Коменского «как в определенные периоды, так и неожиданно» – это одна из необходимых составляющих дисциплины [9, с. 544].

О том, чтобы понять механизмы работы мозга и положить их в основу дидактики и контроля знаний, в XVII в. не было и речи. Научное исследование физиологии мозга началось с работ И. М. Сеченова (работа «Рефлексы головного мозга») [16, с. 7–127], а механизмов памяти с работ Г. Эббингауза (работа «Смена душевных образований») [4, с. 224–239] только во второй половине XIX в. Таким образом, ввиду неизученности мозга, в XVII в. вполне естественно применение к ученику модели ЧЯ при проведении контроля знаний. Так человечество впервые столкнулось с РК-противоречием в дидактике, которое неизбежно возникает при использовании модели ЧЯ.

3. Этап бумажных тестов (конец XIX – первая половина XX вв.) Основной дидактический продукт деятельности педагога – это, в конечном счете, знания, умения и навыки, которые получает ученик. С развитием педагогики как науки к контролю и измерению знаний предъявлялись все более жесткие требования. Различные методы проверки знаний, в которых так или иначе последнее слово остается за экспертом – традиционные методы контроля (устный опрос, беседа, семинар, письменная

контрольная работа и т.п.) не могут претендовать на роль измерителя знаний. По мнению В. П. Беспалько [3, с. 57], такие методы контроля не могут служить средством объективного контроля ввиду их субъективности, невоспроизводимости и отсутствию необходимой диагностичности. Этих недостатков лишены специально разработанные тесты.

История применения тестов начинается с конца XIX в. Первыми были тесты Дж. Кеттеля (1896 г.) для интеллектуальной подготовленности поступающих в учебное заведение и таблицы по проверке орфографических знаний Дж. М. Раиса [12, с. 10].

С применением тестов РК-противоречие обостряется. Впервые столкнулся с ним Дж. Кеттель. Для вводимых тестов он преследовал цель оптимизации: описать личность за минимальное число экспериментов [11, с. 16]. Однако тесты не разрешают РК-противоречие, а приспособляются под него, что порождает новые проблемы. Например, проблема выбора оптимального количества заданий в педагогическом тесте, которая и сегодня не имеет однозначного решения. Как показывает практика, ответ на этот вопрос не может быть получен в рамках классической теории тестов, без проведения масштабных статистических исследований [12, с. 139]. Но очевидно, что проводить такие исследования для многочисленных предметных областей нерационально. Другой проблемой является определение необходимого времени для тестирования. Четырехчасовые тесты ЕГЭ дают достаточно точный результат, однако отдаляются от одной из основных целей тестирования – кратковременности контроля знаний. Современная теория тестов (IRT) позволяет ввести шкалу для измерения знаний [1].

Конечно, эти теории не исчерпали еще своего потенциала. Однако, несмотря на очевидный прогресс, в тестах по-прежнему постулируется модель ЧЯ, так как считается, что до начала контроля об ученике ничего не известно.

Таким образом, неизбежно встает вопрос о разрешении РК-противоречия. Как-либо сгладить РК-противоречие возможно сокращением затрат ресурсов на каждом этапе организации тестирования: разработки тестовых заданий, проведения тестирования, обработки результатов.

4. Этап автоматизации проверки знаний (с 1980 г.). Обработка результатов тестирования – это вычислительная задача, решаемая за конечное число операций, которые могут выполняться электронно-вычислительной машиной (ЭВМ). С развитием электронной вычислительной техники (ЭВТ) появилась возможность существенно сократить время обработки тестов.

Как известно, в истории развития ЭВТ выделяют несколько периодов (временные границы периодов взяты из [17]):

- Первое поколение (1945–1955 гг.). ЭВМ на вакуумных лампах.
- Второе поколение (1955–1965 гг.). ЭВМ на транзисторах.
- Третье поколение (1965–1980 гг.). ЭВМ на интегральных схемах.

• Четвертое поколение (с 1980 – по наши дни). ЭВМ на микропроцессорах. Компьютеры 4-го поколения (персональные компьютеры) становятся доступны для каждого человека. В это же время (начало 1980-х гг.) быстро развивается глобальная компьютерная сеть Internet. Появляется множество прикладных программ, в том числе и образовательной направленности. На 2000 г. среди программ, используемых для учебных целей, доступных в сети Internet, 50% составляли программы, предназначенные для проведения тестирования [14]. Примерами таких программ сегодня могут служить следующие: MyTest, OpenTest, TestTurn и др. Эти программы позволяют реализовать тестирование по классической теории тестов.

Колоссальная производительность компьютеров (десятки миллиардов операций в секунду) сделала процедуру обработки результатов тестирования практически мгновенной. Таким образом, в этом направлении борьбы с РК-противоречием достигнут практический предел.

5. Этап применения адаптивных и интеллектуальных технологий (конец XX – начало XXI вв.). Другие способы преодоления РК-противоречия связаны с автоматизацией процесса разработки тестовых заданий и оптимизацией процесса проведения тестирования. Ускорить проведение тестирования и одновременно повысить его качество призваны технологии адаптивного тестирования, которые развиваются с 80-х годов XX в. по наше время [8]. Так, например, в работах латвийских исследователей Л. В. Зайцевой и Н. О. Прокофьевой в виде общей структурной схемы представлена одна из возможных моделей адаптивного контроля знаний [7]. В этой модели отдельно выделяются блоки: база знаний, алгоритм контроля, модель студента, блок формировщик вопросов и др. Таким образом, система контроля, построенная по этой модели, будет способной решать задачу выбора тестового задания для контроля знаний с учетом различных параметров модели ученика, ресурсов, которыми обладает ученик, состояния окружающей среды. В нашей работе [2] показана теоретическая возможность пред-

ставления решения учебных задач по физике в виде графовидных структур – карт знаний и использования нейронных сетей для их анализа. В работе [13, с. 93] развивается информационный подход в обучении и предлагается модель понимания учебной информации. В этой модели обучение рассматривается как процесс обработки информации. Полученное сообщение проходит процесс преобразования от сенсорного восприятия до встраивания в имеющуюся систему знаний. Такая модель позволяет построить оригинальную интеллектуальную систему обучения и контроля знаний.

Попытка автоматизировать процесс создания теста неизбежно приводит к вопросам инженерии знаний, которые относятся к области искусственного интеллекта. В работе С. В. Титенко [18] рассмотрен подход к автоматизации построения тестовых заданий различной формы на основе понятийно-тезисной модели представления знаний. Сущность этой модели составляют понятия и тезы – некоторые суждения о понятиях. Такая структура позволяет автоматически генерировать тестовые задания различных типов: задания на установление истинности или ложности высказывания, задания множественного выбора «один из нескольких», «несколько из нескольких», задания открытого типа, задания на установление соответствия и др.

Таким образом, рассмотрение исторического процесса развития методов контроля с позиций теории ЧЯ позволяет выделить пять последовательных этапов. Эти этапы связаны с введением модели ЧЯ и с попытками разрешить РК-противоречие различными способами. Временные границы выделенных периодов, конечно же, условны, однако их сущность однозначна.

Как видно из проведенного анализа исторического процесса развития методов контроля знаний, модель ЧЯ применительно к контролю знаний находится на последнем этапе своего развития, поскольку исчерпаны существующие способы борьбы с РК-противоречием. Некоторый прогресс, конечно же, возможен и в разработанных сегодня способах борьбы с РК-противоречием. Особенно это касается сокращения времени тестирования и автоматизации процесса разработки тестовых заданий. Однако не приходится ожидать от применения модели ЧЯ принципиально новых, качественно лучших результатов в области контроля знаний. Таким образом, необходим поиск новых моделей и методов контроля, поскольку невозможно полностью разрешить РК-противоречие в парадигме модели ЧЯ.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Аванесов В. С. Item response theory: основные понятия и положения. URL: www.testolog.narod.ru/Theory59.html (дата обращения 15.04.2016).
2. Асауленко Е. В. Тестирование знаний учащихся на основе машинного анализа ментальных карт // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева. 2013. № 4. С. 239–243.
3. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии. М. : Педагогика, 1989. 192 с.
4. Гишпенрейтер Ю. Б., Романова В. Я. Психология памяти. Серия : Хрестоматия по психологии. М. : АСТ, Астрель, 2008. 656 с.
5. Джурицкий А. Н. История педагогики и образования : учебник для бакалавров. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Юрайт, 2011. 675 с.
6. Загвязинский В. И., Атаханов Р. Методология и методы психолого-педагогического исследования : учебное пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. 2-е изд., стер. М. : Академия, 2005. 208 с.
7. Зайцева Л. В. Прокофьева Н. О. Модели и методы адаптивного контроля знаний // Педагогические измерения. М. : Научно-исследовательский институт школьных технологий. 2011. № 4. С. 30–49.
8. Звонников В. И., Чельшкова М. Б. Адаптивное тестирование: вчера, сегодня, завтра // Высшее образование сегодня. М. : ООО Издательская группа «Логос», 2010. № 9. С. 14–17.
9. Коменский Я. А. Избранные педагогические сочинения: под ред. А. И. Пискунова В 2-х т. Т. 1. М. : Педагогика. 1982. 656 с.
10. Латышина Д. И. История педагогики (История образования и педагогической мысли) : учебное пособие. М. : Гардарики. 2005. 603 с.
11. Майоров А. Н. Теория и практика создания тестов для системы образования. (Как выбирать, создавать и использовать тесты для целей образования). М. : Интеллект-центр, 2001. 296 с.
12. Михайлычев Е. А. Дидактическая тестология. М. : Народное образование. 2001. 432 с.
13. Пак Н. И. Информационный подход и электронные средства обучения : монография. Красноярск, РИО КГПУ, 2013. 196 с.
14. Прокофьева Н. О. Компьютерные системы в дистанционном обучении. Инновации в образовании. М. : Издательство Современного гуманитарного университета. 2001. № 5. С. 55–58.
15. Прохоров А. М. Большая советская энциклопедия : в 30-ти т. / гл. ред. А. М. Прохоров. 3-е изд. М. : Советская энциклопедия, 1969–1978.
16. Сеченов И. М. Избранные произведения. Под. ред. Х. С. Коштыянца. В 2-х т. Т. 1. М. : Издательство академии наук СССР, 1952. 776 с.
17. Таенбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы. 4-е изд. СПб. : Питер, 2015. 1120 с.
18. Титенко С. В. Автоматизации построения тестовых заданий в системах дистанционного обучения на основе понятийно-тезисной модели // Журнал: Образовательные технологии и общество. ISSN 1436–4522. 2013. Т. 16. № 1. С. 463–481.
19. Фролов И. Т. Философский словарь. М. : Республика, 2001. 713 с.

L I T E R A T U R A

1. Avanesov V. S. Item response theory: osnovnyye ponyatiya i polozheniya. URL: www.testolog.narod.ru/Theory59.html (data obrashcheniya 15.04.2016).
2. Asaulenko E. V. Testirovanie znanij uchashchikhsya na osnove mashinnogo analiza mental'-nykh kart // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V. P. Astaf'eva. 2013. № 4. S. 239–243.
3. Bepal'ko V. P. Sлагаемые pedagogicheskoy tekhnologii. M. : Pedagogika, 1989. 192 s.
4. Gippenreyter Yu. B., Romanova V. Ya. Psikhologiya pamyati. Seriya : Khrestomatiya po psikhologii. M. : AST, Astrel', 2008. 656 s.
5. Dzhuritskiy A. N. Istoriya pedagogiki i obrazovaniya : uchebnyk dlya bakalavrov. 2-e izd., pererab. i dop. M. : Yurayt, 2011. 675 s.
6. Zagvyazinskiy V. I., Atakhanov R. Metodologiya i metody psikhologo-pedagogicheskogo issledovaniya : uchebnoe posobie dlya stud. vysh. ped. ucheb. zavedeniy. 2-e izd., ster. M. : Akademiya, 2005. 208 s.
7. Zaytseva L. V. Prokof'eva N. O. Modeli i metody adaptivnogo kontrolya znaniy // Pedagogicheskie izmereniya. M. : Nauchno-issledovatel'skiy institut shkol'nykh tekhnologiy. 2011. № 4. S. 30–49.
8. Zvonnikov V. I., Chelyshkova M. B. Adaptivnoe testirovanie: vchera, segodnya, zavtra // Vysshee obrazovanie segodnya. M. : ООО Izdatel'skaya gruppa «Logos», 2010. № 9. S. 14–17.
9. Komenskiy Ya. A. Izbrannyye pedagogicheskie sochineniya: pod red. A. I. Piskunova V 2-kh t. T. 1. M. : Pedagogika. 1982. 656 s.
10. Latyshina D. I. Istoriya pedagogiki (Istoriya obrazovaniya i pedagogicheskoy mysli) : uchebnoe posobie. M. : Gardariki. 2005. 603 s.
11. Mayorov A. N. Teoriya i praktika sozdaniya testov dlya sistemy obrazovaniya. (Kak vybirat', sozdat' i ispol'zovat' testy dlya tseyey obrazovaniya). M. : Intellect-tsentr, 2001. 296 s.
12. Mikhaylychev E. A. Didakticheskaya testologiya. M. : Narodnoe obrazovanie. 2001. 432 s.
13. Pak N. I. Informatsionnyy podkhod i elektronnyye sredstva obucheniya : monografiya. Krasnoyarsk, RIO KGPU, 2013. 196 s.
14. Prokof'eva N. O. Komp'yuternyye sistemy v distantsionnom obuchenii. Innovatsii v obrazovanii. M. : Izdatel'stvo Sovremennogo gumanitarnogo universiteta. 2001. № 5. S. 55–58.
15. Prokhorov A. M. Bol'shaya sovetskaya entsiklopediya : v 30-ti t. / gl. red. A. M. Prokhorov. 3-e izd. M. : Sovetskaya entsiklopediya, 1969–1978.
16. Sechenov I. M. Izbrannyye proizvedeniya. Pod. red. Kh. S. Koshtoyantsa. V 2-kh t. T. 1. M. : Izdatel'stvo akademii nauk SSSR, 1952. 776 s.

17. Tanenbaum E., Bos Kh. *Sovremennye operatsionnye sistemy*. 4-e izd. SPb. : Piter, 2015. 1120 s.
18. Titenko S. V. Avtomatizatsii postroeniya testovykh zadaniy v sistemakh distantsionnogo obucheniya na osnove ponyatiyno-tezisnoy modeli // *Zhurnal: Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo*. ISSN 1436–4522. 2013. T. 16. № 1. S. 463–481.
19. Frolov I. T. *Filosofskiy slovar'*. M. :Respublika, 2001. 713 s.