

Адаптивная тестирующая система с повторением по Эббингаузу

Мецлер Е.В.

Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет (ФГБОУ ВО ЮУрГГПУ)
г. Челябинск, Российская Федерация
e-mail: egormv174@yandex.ru

В данной статье рассматривается история развития тестов, а также преимущества и недостатки различных систем тестирования, среди которых упоминаются электронные, диалоговые и адаптивные. Также обосновывается необходимость дальнейшего развития данной области образования с позиций педагогики. Основной акцент в работе сделан на тех нововведениях, которые в рамках лишь теоретического обсуждения или на основе практической реализации были предложены к использованию многочисленными исследователями в области тестологии. В основном такие предложения изначально противопоставляются друг другу, мало кто пытался объединить различные концепции в работе систем тестирования. Но именно таким образом можно получить совершенно уникальный продукт, способный максимально эффективно выполнять основные функции классического контроля и учебных тестов. Особенно полезно объединить эти системы с теорией забывания Германа Эббингауза, стоящего, среди прочего, у истоков тестологии. Данная тема стала основой для следующих результатов: разработано детальное описание системы адаптивного тестирования с повторением Эббингауза. В описание включена пользовательская часть программы, возможные настройки, направленные на повышение удобства ее использования, а также настройки, необходимые для качественной работы. Также имеется общее техническое описание, в котором заявлены как функциональные возможности, так и ограничения и возможные направления дальнейшего развития проекта. Статья завершается перечнем преимуществ по сравнению с аналогами, а также недостатков по сравнению с потенциалом предлагаемой технологии.

Ключевые слова: педагогика, тестирование, кривая забывания, адаптивная тестирующая система, нечеткие множества, система рекомендаций, образовательное программное обеспечение.

Благодарности. Автор благодарит за помощь в написании статьи своего научного руководителя Лебедеву Татьяну Николаевну.

Для цитаты: Мецлер Е.В. Адаптивная тестирующая система с повторением по Эббингаузу // Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании (ДНТЕ 2023): сб. статей IV Международной научно-практической

конференции. 16–17 ноября 2023 г. / Под ред. В.В. Рубцова, М.Г. Сороковой, Н.П. Радчиковой. М.: Издательство ФГБОУ ВО МГППУ, 2023. 349–366 с.

Введение

Тестирование как метод контроля текущего уровня знаний – далеко не новое изобретение педагогов, которое использовалось в обучении [14].

Улучшение выходных данных педагогического явления, методы упрощения его реализации – предмет наук на стыке психологии (Д.Б. Эльконин, П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина, Н.В. Кузьмина и др.) и педагогики и самой педагогики (С.И. Архангельский, Ю.К. Бабанский, И.Я. Лернер, М.Н. Скаткин, В.В. Краевский, В.П. Беспалько и др.).

Для этой цели необходимо иметь такие средства, которые могли бы наиболее эффективно. Причем речь идет не просто о методах оценивания, попыток их обоснования, но и о поиске тех примеров поведения, по которым можно было ориентироваться в системе оценивания (В.П. Беспалько, Н.А. Селезнева, В.М. Соколова, А.И. Субетто, Ю.Г. Татура и др.).

Постепенно, через целеполагание, стали формироваться образовательные стандарты и эталоны, что именно мы должны увидеть по окончании образовательного процесса.

Со временем стали формироваться различные тесты. В 1885 году они впервые были исследованы в работе немецкого психолога Германа Эббингауза «О памяти», далее – американские психологи Дж. Кеттел, Ф. Гальтон, А. Анастаси, К. Пирсон, российские и советские педагоги, среди которых был А.П. Нечаев [23].

Неизвестно, заканчивается ли поиск наиболее универсальных способов объективной оценки результатов обучающихся и эффекта педагогического явления на массовом распространении метода тестирования или уже скоро появится как-то новый прорывной метод. Но на данный момент мы наблюдаем преобразование, эволюции тестирующих систем, их усложнение во благо образования. Значит, до сих пор данному направлению есть, куда расти.

Цель исследования: теоретически обосновать целесообразность разработки нового звена в эволюции тестов, а также составить описание будущего образовательного программного обеспечения для будущей разработки, выявить преимущества и недостатки.

Материалы и методы

Проведение подобного рода исследования предполагает использование как теории непосредственно науки, изучающей педагогические

явления, – педагогики и теоретических разработок современных тестологов, специалистов по информационным технологиям в образовании в качестве основы рассуждений о целесообразности развития данного вопроса, так и непосредственно результатов разработки соответствующего образовательного программного обеспечения.

Библиография подбиралась таким образом, чтобы авторы в сумме приводили тезисы и антитезисы, чтобы можно было полноценно проводить анализ ситуации, поиск наиболее эффективного варианта, который бы способствовал разработке системы с потенциально наибольшей пользой для образовательного процесса.

Детальное описание работы будущего программного обеспечения позволяет не просто точно определить его назначение, но и заранее знать, какие программные модули нужны для реализации, как будет выглядеть минимально жизнеспособный вариант продукта для первичных тестов системы и т. д.

Педагогический вопрос тестирования. По мнению В.М. Кадневского, О.В. Могиля, О.Н. Панфилова, тестирующие функции еще до появления тестов имели семья (определение способности детей к продолжению дела родителей), школа, церковь, армия. Так отсеивались неудобные, неприспособленные, которые и без отсеивания имели бы трудности в самореализации в жизни. Те тесты, какими мы их сегодня знаем, «тесты дополнения», впервые описаны немецким психологом Германом Эббингаузом в работе «О памяти» в 1885 г. К тому моменту тесты были уже обыденностью, поэтому признание этой даты как года рождения тестов условно. Развили науку тестологию американские психологи Ф. Гальтон и К. Пирсон. Так или иначе сейчас тесты во всем мире и России применяются в совершенно разных сферах и уже не только непосредственно в образовательных учреждениях, но и на предприятиях [14].

Н.В. Горбунова приводит несколько определений понятия «тест», среди них В.А. Аванесова: «система заданий специфической формы, определенного содержания, возрастающей трудности, позволяющая качественно оценить структуру и измерить уровень подготовленности обучающихся и студентов». Это определение полностью удовлетворяет нашим потребностям, исчерпывающе объясняет природу вещей, описание которых следует далее, поэтому именно в таком виде и будем его использовать.

Тесты обладают рядом преимуществ по сравнению с некоторыми иными традиционными методами проверки уровня знаний, будь то легкость его численного определения, возможность проверить одновременно знание широкого пласта тем, единообразие эталона

для всех и строгая определенность интерпретации результатов [6].

Р.М. Белалов в ходе исследования пришел к выводу, что к недостаткам тестирования можно отнести: сетворческий характер деятельности, стимулирование обучающихся добиться высоких результатов любыми способами, возможность сегрегации внутри класса на способных и неспособных [3].

С другой стороны, А.А. Царькова и И.Н. Смирнова указывают на недостатки устного опроса: трудоемкость проверки у всех, невозможность соотнесения ответов разных обучающихся между собой, субъективность, невозможность проверки практических навыков [25].

Примеры открытых и закрытых классических тестов на один правильный ответ можно встретить в «Критериально-ориентированном тестировании знаний студентов по курсу «Психология и педагогика» Н.В. Иванушкиной. Проблема закрытых тестов на один правильный ответ – ответ можно угадать. А здесь и вовсе у многих смежных вопросов одинаковые варианты ответа, то есть знание двух терминов из четырех, например, даст высокий шанс угадать все четыре, а оценивание ничем не будет отличаться от студента, которые легко дал ответ по всем четырем терминам самостоятельно [11].

На сегодняшний день проект реформирования российской системы образования в соответствии с Болонской системой переродился в проект создания новой российской системы образования, берущей все лучшее, что было в уникальной советской системе и что успело появиться в России из Болонской. Но не теряют актуальность слова Л.В. Соколова и А.В. Молчанова, что тесты помогают реализовывать студентцентрический принцип, направленный на развитие разнообразных личностных качеств и компетенций. Но наибольшая эффективность – при соблюдении конкретных условий: верность самого содержания и его актуальность, комплексность и вариативность содержания, точное, единственно возможное соответствие между результатами и выводами, а также целесообразное, уместное использование.

Так или иначе различные исследователи отмечают примерно одни и те же недостатки, преимущества. Но все едины в мысли, что распространение тестирования – неизбежный процесс.

Но зато с тестами различий между очной и дистанционной формами обучения еще меньше, то есть переход от традиционных тестов к электронным не просто закономерный, но и способствует реализации концепции непрерывного образования, к чему должны быть готовы и будущие педагоги [17; 24].

Электронные классические и диалоговые тесты. Сейчас все больше сфер жизни охватывают информационные технологии,

существует множество онлайн-сервисов, в которых можно создавать собственные электронные, но традиционные по форме тесты. Также существуют игровые тесты К.Ю. Полякова [15; 18; 22].

Согласно классификации, существуют не только «контролирующие» тесты, но и «обучающие», которые при определенных условиях дают теоретический материал [14].

Но вскоре стали появляться тестирующие системы более интерактивные – диалоговые тестирующие системы (они же диалоговые тренажеры). Возможность разработки подобной предоставляет, например, сервис «Online test pad». Данный процесс тесно связан с тенденцией внедрения в образования элементов игрофикации [19].

Подобные системы не просто позволяют проверить знания, но и перманентно получить обратную связь от системы, почему именно данный ответ неправильный полностью или частично. Как правило, данная форма теста не может быть объединена с различного рода кроссвордами, вопросами на соотнесение и т. п. в том виде, в каком мы привыкли их видеть. На то система и диалоговая, что значительная часть взаимодействий происходит в вопросно-ответном формате. Преимуществами являются: перманентная обратная связь, стимулирование интереса через необычную подачу, возможность проверки метапредметных и творческих навыков обучающегося [16].

В полном смысле обучающий диалоговый тренажер был реализован еще в 1970-х годах на базе троичной малой ЭВМ «Сетунь-70», а позже и двоичных ДВК-2 и РС IBM микрокомпьютерная система обучения «Наставник». Система в конечном виде содержала режимы, собственно, «Наставник», «Тест» и «Экзамен». На современном языке, была база данных, поделенная на секции с описанием понятий, текстом упражнений, вариантами ответов и примечаниями к неправильным.

В режиме «Наставник» система идентифицировала ошибки и при одной-двух ошибках, достоверно определенных как относящихся к конкретной секции, выдаются рекомендация повторить конкретные темы по дисциплине и дополнительное задание для закрепления.

В режиме «Тест» студент (а позже система работала и в школе № 710 г. Москвы) может проверить свой уровень подготовки самостоятельно.

Режим «Экзамен» предназначен для проведения коллоквиумов, контрольных работ. После множественных испытаний было доказано, что процент правильных ответов в системе и по результатам традиционных тестирований совпадает с учетом погрешности

(со временем появилась возможность результаты работы с системой хранить в архиве и некоторые результаты все равно пересматривались, но общая картина не менялась). Фактически архив представлял собой персональную статистику каждого студента [2].

Эта система сильно отличается от диалоговых тренажеров, но зато ближе к адаптивным тестирующим системам, пусть и, кроме дополнительного вопроса на повторение, система тогда еще ничем адаптивным не располагала.

Адаптивные тестирующие системы. Адаптивные тестирующие, или адаптивные образовательные, системы (АОС) – современная тенденция развития образования, в какой-то степени его гуманизации, приспособления программы в рамках формирования индивидуальных учебных планов под обучающихся с различными умственными способностями, скоростью принятия решений, а также возможностями усвоения информации [7].

Отметим ключевые этапы работы АОС: определение уровня подготовки обучающегося накануне работы с системой; подбор оптимальной сложности и соответствующее предложение задания; обработка ответа и анализ наиболее правдоподобного уровня подготовленности; либо возврат ко второму этапу, либо шкалирование.

В далеком 2015 году Н.В. Вознесенская и Е.А. Сутягина реализовали систему, в которой изначально программа рассматривает вероятности каждой академической оценки равновероятными, а уже в ходе работы постоянно пересчитывает их и при достижении критических значений доверия приходит к конкретному выводу и указывает, какие темы необходимо повторить [5].

С.В. Беседина предложила математическое описание модели вероятности правильности следующего ответа (IRT-модель) и графовой модели, которая не пытается предсказать, а работает со статистикой, что выглядит убедительнее, ведь мы не можем заранее знать, следующее задание окажется таким же или более сложным для обучающегося, даже если формулировки или алгоритм решения аналогичный. С другой стороны, М.В. Акуленок, М.Р. Тихонов, О.С. Шикунла предлагают веса графов расставлять в соответствии с ожидаемым шансом правильности следующего ответа [1; 4]

А.М. Закусило предлагает использовать в основе оценивающей части АОС метод уточняющих вопросов и веса для различных заданий, при этом коэффициенты будут расставляться в зависимости от правильности ответа, в цепи вопросов на одну тему сумма весов всегда равна единице. Подобная система должна может повысить объективность анализа результатов тестирования [9].

Модель графов С.В. Бесединой, метод уточняющих вопросов и нечеткие множества в теории А.М. Закусило прекрасно дополняются основанной на нечетких множествах теорией Ю.В. Ефимовой, которая предлагает определять сложность заданий по степени их выполнимости, а также дополнительные формулы, которые помогут педагогу выяснить степень освоения конкретных тем и разделов дисциплины в группе (классе) и каждым обучающимся в отдельности [8].

Пока некоторые предлагают все более новые способы алгоритмического анализа результатов АОС, другие уже рассматривают применение нейронных сетей, чтобы уменьшить необходимое количество заданий, проходимых обучающимися и, соответственно, затрачиваемого на это времени за счет более качественного и оперативного определения уровня подготовки с использованием классификации и прогноза в реальном времени. В теории, это должно повысить объективность, когда студенты с различием в 1–2 балла могут получить разные оценки в традиционной системе оценивания [13].

Примеры таких АОС: «CATS» («Care About The Students»), в которой система предлагает при ошибке изучить соответствующие материалы и перепройти тест, «Knewton Alta», в основе которой нейросеть, встраивающая самостоятельно новые материалы в уже сформированные индивидуальные траектории обучения участников системы (проблема в том, что материал может появиться при этом далеко не сразу) и некоторые другие, которые рассматривали Ю.Б. Попова, А. Парахонько, Дешна Сачан и Крити Сароха [20; 21; 26].

Все вышеперечисленное дает относительно полную картину тенденций в современной тестологии, а также эволюции самих тестов. Многие выкладки – лишь теоретическое указание на вероятно более перспективные методы и модели, некоторые все же основаны на практической реализации, но также представляют собой системы, которые реализовали не полностью свой потенциал.

АОС с использованием теории Эббингауза. Рассмотренные нами теории и системы не учитывают достижения теории забывания Германа Эббингауза (кроме того, что сами тесты в современном представлении – «тесты Эббингауза»). Среди наиболее распространенных систем – программа для запоминания методом флэшкарточек «Anki» и сервис по изучению иностранных языков «SuperMemo», менее популярные: серия программ «Mnemosyne», флэшкарточки «Org-Drill».

Но все эти программы применяют алгоритмы SM-2 и SM-17, получившие название от соответствующих версий «SuperMemo», поэтому далее рассмотрим именно их [27].

SM-2: за выполнение задания участник получает от 1 до 5 баллов; если больше 3 баллов, то в случае нового задания интервал 1 день, если оно уже раз встретилось, то шесть дней, а если уже не раз встречалось, то интервал определяется как произведение предыдущего интервала и легкости, которая не может упасть ниже 1,3; легкость, в свою очередь, вычисляется по особой формуле:

$$\text{легкость} = \text{легкость} + (0,1 - (5 - \text{балл}) * (0,08 + (5 - \text{балл}) * 0,02)) \quad (1)$$

Технически это алгоритм, основанный на «Кривой забывания», которую многие из нас могли видеть.

Более совершенным, по мнению разработчика Петра Возняка, является алгоритм SM-17, который имеет иное правило расчета сложности и интервала. Но при этом главная проблема данных алгоритмов – функции линейные, а теория Эббингауза говорит об экспоненциальном забывании [10].

Е.И. Зеньков предложил новые формулы математического приближения кривой Германа Эббингауза:

1. Интервал вопросов: $C_{n+1} = \frac{C_n * n + M * C_n}{n+1}$, где C_n – предыдущее значение C , n – число повторов, M – коэффициент выставленной оценки по балльной системе, где «5» дает коэффициент 1,05, «4» – 0,7, «3» – 0,5, «2» – 0,3, а «1» – 0,2
2. Индивидуальная сложность вопроса: $i_{n+1} = \frac{i_n * n + M * C_n}{n+1}$, где i_n – предыдущее значение i .
3. Коэффициент значимости показа вопроса: $R = \frac{D - P_j}{I_j}$, где D – текущее время, P_j – время предыдущего ответа, I_j – ожидаемый интервал показа, $I_j = C * i_j$.

Оценки основаны на характере ответа: «5» – за идеальный ответ, «4» – за ответ, который был дан с колебанием, «3» – правильный ответ, но был дан с большими сложностями, «2» – неправильный ответ, но достаточно было увидеть ответ, чтобы вспомнить, «1» – полностью неправильный ответ.

Е.И. Зеньков рассматривает «коэффициент значимости показа вопроса» как преимущественно внутренний параметр системы, который бы определял, какое задание считать допустимым к показу пользователю (если его значение больше 1), а какое нет (если меньше 1).

Как видно, эти формулы зависят от предыдущего собственного значения, но при этом значения корректируются в зависимости от числа повторений задания, выставленной пользователем оценки понимания задания и правильного ответа, а также от времени прошлого ответа.

Единственный выявленный недостаток – из описания системы оценивания можно понять, что оценка выставляется субъективно самим обучающимся. Формулы весьма логичны: задание оказалось непосильным – оно откладывается, но вскоре снова появляется; задания давно не повторялись – они уже на подходе.

Причем «коэффициент значимости показа вопроса» можно не просто использовать внутри системы, но и в виде, например, таблицы представлять ранжированный список пользователю, который сам решит, какое задание или какую тему именно сейчас он хочет повторить, но при этом ограничивать, если он начинает игнорировать «Кривую забывания».

Следовательно, формулы вполне применимы, но нужно оценку в балльной системе задать как функцию от количества ошибок и количества взятых подсказок, которые могут представлять собой, например, названия узких тем, способов решения – обучающийся решает сам, но, как порой это делают педагоги на занятиях, ему подсказывают направление мысли.

Результаты

Адаптивная тестирующая система с повторением по Эббингаузу. Так мы плавно подошли к новой адаптивной тестирующей системе с повторением по Эббингаузу (АТСПЭ), разработка которой на данный момент ведется.

Описание следует начать с позиции пользователя, а далее будут указаны основные технические особенности.

Допустим, пользователь впервые запускает программу. Перед собой он сразу видит инструкцию по началу работы с системой. Ему необходимо ввести свои имя, e-mail, номер семестра (в соответствии с программой обучения учителей математики и информатики в ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ» в зависимости от него будут предлагаться разные темы). Если попробовать посмотреть статистику в соответствующем окне, пользователь увидит только сплошные нули, поскольку программа только запущена. Также есть возможность настроить размер шрифта, дизайн оформления и учет школьных тем, о котором будет далее (см. рис. 1).

В окне слева под названием «Статистика» можно встретить кнопки для приложения файлов «Задания», «Статистика» и «Конфигурация заданий». Первый и третий файл предоставляются преподавателем, либо достаются из открытой базы заданий, которая будет позже сформирована и распространена. Приложение

«Статистики» же необходимо тем, кто уже взаимодействовал с системой. Если туда загрузить соответствующий файл, то при просмотре статистики после нажатия кнопки «Посмотреть» в правой части экрана можно будет увидеть заполненную на основе загруженного файла таблицу.

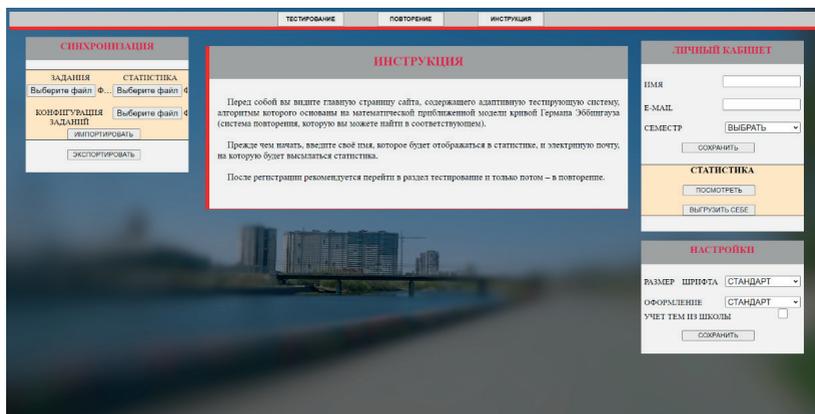


Рис. 1. Главное меню АТСПЭ

Пусть пользователь заполнил свои данные и приложил файлы с заданиями и их конфигурацией, что дальше? Дальше он может перейти к «Тестированию», где ему будут предоставляться к решению теоретические вопросы (с пометкой «Т») и вычислительные задачи (с пометкой «В»). В дальнейшем будет добавлена возможность решения задач на доказательство (с пометкой «Д»), но об этом подробнее будет в технической части вопроса.

В ходе выполнения пользователь сможет как до трех раз ошибиться, так и несколько раз (в зависимости от конкретного задания) использовать вышеупомянутые подсказки. Это будет влиять на оценивание задания и, по формулам Е.И. Зенькова, на «индивидуальную сложность вопроса», «интервал между повторами», а также на прогноз успешности выполнения следующего задания из данной темы, который принимает во внимание логическую связь между конкретными заданиями, которая задается в «Конфигурации заданий». «Индивидуальная сложность вопроса», прогноз успешности выполнения аналогичного задания, частота верного ответа среди студентов (данный параметр может быть добавлен только после того, как будет собрана хоть сколько-нибудь приличная статистика среди студентов – количество данных ответов всеми студентами

и верных ответов также сохраняются в персональной статистике для персонального рейтинга) и объективная сложность задания, о которой будет далее, будут влиять на индивидуальный вес задания, а также показатель освоенности темы.

На основе выполненных заданий, в «Статистике» формируется база заданий, с их вышеуказанными параметрами, а также обновляются параметры освоения тем. Наиболее полезную информацию обучающийся сможет теперь увидеть в разделе «Повторение»: номер задания и его индивидуальная сложность, рекомендация повторения (представленная в виде элемента нечеткого множества, что позволяет не просто видеть, например, «Рекомендовано» и «Ожидание», но объективно оценивать, именно сейчас стоит повторить конкретное задание или стоит повременить), дата последнего повтора и количество повторений, ключевые темы, используемые в задании. Но это лишь одна таблица из двух на выбор. Во второй представлены аналогичным образом темы, но имеют вместо колонки «ключевые темы» колонку «степень освоенности темы». «Номер задания» – «Название темы», индивидуальная сложность темы рассчитывается на основе весов заданий, принадлежащих данной теме, аналогично с рекомендацией повторения темы.

Для упрощения вычислений принято решение изменить таблицу коэффициентов: «5» – 1,05, «4» – 0,8, «3» – 0,5, «2» – 0,25, «1» – 0,1. Каждое задание имеет собственный уровень сложности, который определяется по табл. 1, приведенной для задач из курса «Геометрии» для вышеуказанного направления подготовки.

Таблица 1

**Условия присуждения заданию определенного
уровня сложности и их характеристики**

Задача	Темы линейной алгебры	Темы аналитической геометрии	Штраф	Награда
Простая	Элементарные преобразования	Аксиомы, базовые понятия и свойства	- 1 балл	+ 1 балл
Усложненная	Нетривиальные преобразования векторов (смена базиса, норма вектора, др.)	Любые 2–3 темы	- 1 балл; задание простого уровня	+2 балла
Сложная	Матричные преобразования, преобразования систем координат	Комплексные задачи в пространстве	- 3 балла; задание усложн. уровня	+4 балла

Задача	Темы линейной алгебры	Темы аналитической геометрии	Штраф	Награда
Исследовательская	Статус «Исследовательская задача» устанавливается педагогом, объективно невозможно оценить их сложность.		- 4 балла; задание усложн. уровня	+6 баллов

Система начинает предлагать усложненные задачи при преодолении порога в 3 балла, сложные – 10 баллов, а исследовательские задачи доступны через отдельную кнопку, которая становятся доступна вместе со сложными задачами.

Банк заданий формируется посредством специального программного обеспечения для большего удобства педагога.

Существует также вероятность, что пользователю наскучит прохождение множества заданий на примерно одни и те же темы. Чтобы это избежать, система ведет учет, сколько раз подряд тема была использована. Допустим, тема встретилась 2 раза подряд, на третий раз ее не было (счетчик это видит и останавливает счет), четвертая задача снова не касается данной темы (счетчик отнимает единицу). Если счетчик доходит до пяти, то тема перестает появляться, пока он не дойдет до единицы. При этом пользователь может и за 2 минуты решить 5 задач, поэтому следует прибавлять и отнимать не абсолютные единицы, а единицы веса задачи, нормированные относительно всех задач в данной теме. Следующая проблема – одна задача может относиться к различным темам: как в таком случае нормировать? В таком случае норма веса задачи должна быть средним весом среди всех ключевых тем, которых может быть от 1 до 8.

Несмотря на громоздкое описание, алгоритм довольно быстрый, поскольку представляет собой многочисленные линейные вычисления. В случае выявления систематических ошибок, бороться с которыми не помогает система «штрафного» задания, логически связанного с предыдущим, ответ на который был дан неверно, предлагается к повторению конкретная тема из учебника для вузов «Геометрия» Л.В. Атанасяна, последнее предложенное задание темы помечается «Уч» и предлагается задание из другой темы, имеющей немного выше рейтинг освоенности (разница больше, чем 0,2). Что касается задач, логически связанных с другими. При составлении банка заданий преподаватель вправе делать самостоятельно подобные ссылки, но если вдруг встречается задача, не имеющая таких ссылок, то на этапе компоновки конфигурации эти ссылки автоматически раставляются на основе указанных ключевых тем.

Техническая часть описания:

1. Программа представляет собой веб-приложение, поскольку тогда пользователям не нужно будет устанавливать ее на свое устройство, к тому же меньше проблем с адаптацией под различные операционные системы и архитектуры.
2. Программа пишется на нативной версии языка программирования JavaScript, поскольку это один из наиболее распространенных языков веб-программирования.
3. На данный момент программа содержит «сухие» алгоритмы, определение правильности ответа основано на оценке степени соответствия введенного набора «слов» ожидаемому, поэтому временно невозможно реализовать проверку доказательств и геометрических построений.
4. Указанное в предыдущем пункте ограничение снимается в случае использования нейронных сетей, а также иных алгоритмов проверки логической связи высказываний и законности перехода между ними.

Обсуждение

На основе собранной информации и прошлого опыта разработки системы АТСПЭ было составлено описание как пользовательской, так и технической стороны.

Преимущества данной системы:

1. Объективность анализа результатов обучающегося достигается множественным учетом как объективной сложности тем, отдельных задач, так и их индивидуальной сложности для конкретного пользователя.
2. Адаптивная тестирующая система является одновременно и обучающей: при необходимости подскажет, куда двигаться, а также при выявлении «западающих» тем укажет, где именно ее можно изучить.
3. В основе лежат те технологии, которые не раз изучались в теории и на практике различными педагогами.
4. Новшество в виде системы повторения, базирующейся на теории забывания Германа Эббингауза, с применением нечетких множеств позволяет пользователям самостоятельно, имея объективную оценку срочности повторения пройденного, принять решение, к чему перейти теперь. Существовавшие до этого алгоритмы вычисляли данный параметр линейно, что в корне неверно и может привести только к раздражению из-за слишком частых повторений.

5. База заданий легко дополняется с применением сопроводительного программного обеспечения, чем обеспечивается к тому же и единообразие файлов заданий и их конфигураций. Фактически напрямую ни один человек не редактирует данные файлы, в дальнейшем будет реализована блокировка редактирования файла, либо его автоматическая шифровка с применением ключа. Но имеются и некоторые недостатки:
 1. Программа веб, но ни на каком сервере в сегодняшнем варианте базы данных храниться не будут, поэтому отдельная проблема – распространение заданий и конфигураций к ним, а также сохранение обучающимся собственной статистики (можно принудить скачивать файл перед завершением работы, но нельзя принудить беречь этот файл).
 2. По аналогичной причине временно не работает отправка статистики по почте, ведь для этого нужен серверный запрос.
 3. Выбор языка программирования продиктован современными тенденциями и потребностями, но доцент кафедры алгоритмических языков ВМК МГУ А.В. Столяров к языкам веб-программирования крайне негативное отношение, поскольку считает, что подобные программы должны спрашивать разрешение на использование вычислительных мощностей клиента, при этом, если есть вообще необходимость их использовать, то целесообразнее разрабатывать десктопную версию, а не веб – и возможностей больше, и пользователь заранее понимает, что именно будет выполняться и что эта программа прошла необходимые проверки [12].

Выводы

В соответствии со множественными исследования педагогов и тестологов, было выявлено, что при определенных условиях тестирование – один из наиболее результативных среди существующих на сегодняшний момент методов контроля знаний. Причем в различных вариациях также выполняется функция просветительская.

Свои собственные преимущества и недостатки имеют любые виды тестов: бумажные, электронные, диалоговые, адаптивные – но это не повод от них отказываться. Это стимул подбирать под конкретный случай свой вариант, наиболее уместный.

Электронные тесты добавляют интерактив. Диалоговые тренажеры позволяют образовательный процесс дополнить сторителлингом, игрой, чтобы не только заинтересовать, но еще и простым языком преподнести материал. Также они хорошо справляются с методом уточнений при оценивании уровня знаний.

Адаптивные системы, в зависимости от того назначения, которое предполагал разработчик, могут просто с разной частотой предлагать пройденные задание, а могут и выстраивать индивидуальную траекторию обучения, на которую педагог может влиять лишь опосредованно. Тогда система развивается и контролирует обучение самостоятельно.

Таким образом, в ходе проведенного исследования была достигнута цель: теоретически обоснована целесообразность разработки нового звена в эволюции тестов – адаптивной тестирующей системы с повторением по Эббингаузу, а самое главное – было составлено описание будущего образовательного программного обеспечения для будущей разработки и, кроме того, выявлены (относительно аналогичных программ) преимущества и (относительно потенциала предлагаемой технологии) недостатки данной системы.

Литература

1. *Акуленок М.В., Тихонов М.Р., Шикун О.С.* Разработка и применение адаптивного электронного тестирования в учебном процессе // Системы компьютерной математики и их приложения. 2020. № 21. С. 354–360.
2. *Альварес Х.Р.* Система «Наставник» // Развитие вычислительной техники в России, странах бывшего СССР и СЭВ: история и перспективы: Труды Пятой международной конференции, Москва, 06–07 октября 2020 года. Том 1. Москва: Общество с ограниченной ответственностью «МЕСОЛ», 2020. С. 262–265.
3. *Белалов Р.М.* Тестирование как метод контроля и оценки сформированности компетенций // Образовательный вестник «Сознание». 2021. Т.23. № 1. С. 18–23. DOI:10.26787/nyd-ha-2686-6846-2021-23-1-18-23.
4. *Беседина С.В.* Математические модели при проектировании системы контроля знаний в рамках индивидуальной траектории обучения // Информационные технологии в образовательном процессе вуза и школы: Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 25 марта 2020 года / Редколлегия: В.В. Малев (науч. ред.), А.А. Малева (отв. ред.), М.В. Дюжакова, С.О. Башарина. Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2020. С. 33–37.
5. *Вознесенская Н.В., Сутягина Е.А.* Построение адаптивной тестирующей программы в системе управления обучением // Учебный эксперимент в образовании. 2015. № 3(75). С. 33–37.
6. *Горбунова Н.В.* Тестирование как метод педагогического контроля и эмпирический метод реализации психолого-педагогических исследований // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 67–2. С. 40–42.
7. *Добрица В.П., Горюшкин Е.И.* Применение интеллектуальной адаптивной платформы в образовании // Auditorium. 2019. № 1(21). С. 86–92.

8. *Ефимова Ю.В.* Система адаптивного тестирования и обучения на основе нечеткой модели оценивания // Проблемы современной науки и её прикладные аспекты: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чистополь, 20 мая 2020 года. Чистополь: Общество с ограниченной ответственностью «КОНВЕРТ», 2020. С. 38–45.
9. *Закусило А.М., Абарникова Е.Б.* Разработка системы адаптивного тестирования учащихся // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. С. 381–382.
10. *Зеньков Е.И.* Разработка автоматизированной адаптивной обучающей системы на основе кривой Эббингауза // XIV международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и научно-технический прогресс»: Сборник докладов. 2021. Т. 1. С. 197–200.
11. *Иванушкина Н.В.* Критериально-ориентированное тестирование знаний студентов по курсу «Психология и педагогика»: учебное пособие. Самара: Издательство Самарского университета, 2020. 184 с.
12. Информационное насилие и НЕ безопасный интернет / JavaScript – ЗЛО! / PhD Андрей Столяров [Электронный ресурс] / АйТиБорода // YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=o111yYRqLNU> (дата обращения: 14.09.2023).
13. *Исабекова Т.И., Парамазова А.Ш., Гаджиева С.А.* Исследование возможностей искусственной нейронной сети в адаптивной обучающей системе // Неделя науки-2022: Сборник материалов 43 итоговой научно-технической конференции преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов ДГТУ, посвященной 50-летию юбилею вуза, Махачкала, 16–21 мая 2022 года. Махачкала: Типография ФОРМАТ, 2022. С. 546–547.
14. *Кадневский В.М., Могиль О.В., Панфилова О.Н.* Тесты как социокультурный феномен // Вестник Омского университета. 2016. № 3(81). С. 108–110.
15. *Лебедева Т.Н., Шефер О.Р., Крайнева С.В., Эрентраут Е.Н., Ахкамова Ю.А., Акулчи О.Е.* Внедрение цифровой экономики в образовательный ландшафт вуза // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2021. № 12 (202). С. 198–202. DOI: 10.34835/issn.2308.
16. *Лебедева Т.Н.* Диалоговые тренажеры в образовании // Актуальные проблемы развития общего и высшего образования: XVIII МЕЖВУЗОВСКИЙ СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ. Челябинск: Общество с ограниченной ответственностью «Край Ра», 2022. С. 232–239.

17. *Лебедева Т.Н.* Непрерывное образование как фактор совершенствования подготовки будущего учителя в условиях цифровизации // Трансформация образования в цифровом обществе: сборник материалов Междунар. Науч.-практ. Конференции, 29 марта – 5 апреля 2023. В 2-х частях. Часть 1 / под ред. О.Р. Шефер. Челябинск: Край Ра, 2023. С. 196–199.
18. Лучшие сервисы для создания тестов [Электронный ресурс] // Webinar Media. URL: <https://webinar.ru/blog/online-test/> (дата обращения: 13.09.2023).
19. Мои диалоговые тренажеры [Электронный ресурс] // Online Test Pad. URL: <https://app.onlinetestpad.com/dialogs> (дата обращения: 13.09.2023).
20. *Парахонько, А.* Изучение возможностей систем адаптивного обучения // Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor. 2020. Т. 1. С. 163–166
21. *Попова Ю.Б., Легчилин И.В.* Адаптивное мобильное приложение обучающей системы CATS // Системный анализ и прикладная информатика. 2020. № 1. С. 45–52.
22. Программа // [kpolyakov.spd.ru](https://kpolyakov.spd.ru/school/prog.htm). URL: <https://kpolyakov.spd.ru/school/prog.htm> (дата обращения: 13.09.2023).
23. *Сакаева, С.Р.* Тестирование как метод повышения эффективности и объективности контроля знаний в общеобразовательной школе: На прим. шк. курса физики: Дис, канд. пед. наук. М., 1997. 139 с.
24. *Соколова Л.В., Молчанова А.В.* Тестирование как эффективный метод оценивания качества учебных достижений студентов // Развитие образования. 2021. Т. 4, № 4. С. 27–33. DOI:10.31483/г-100655.
25. *Царькова А.А., Смирнова И.Н.* Эффективность применения педагогических тестовых систем при проверке сформированности знаний обучающихся на уроке информатики // Вопросы педагогики. 2022. № 3–2. С. 261–264.
26. *Sachan D.* A Review of Adaptive and Intelligent Online Learning System // Deshna Sachan, Kriti Saroha; edited by Simon Fong, Nilanjan Dey, Amit Joshi [et cetera] // ICT Analysis and Applications. Lecture Notes in Networks and Systems. V. 314. 2022. P. 251–262.
27. SuperMemo – SuperMemo [Электронный ресурс] // URL: <https://wiki5.ru/wiki/SuperMemo> (дата обращения: 14.09.2023).

Информация об авторах

Мецлер Егор Вячеславович, студент 2 курса факультета МФИ Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета (ФГБОУ ВО ЮУрГГПУ), г. Челябинск, Российская Федерация, e-mail: egormv174@yandex.ru

Adaptive Testing System with Repetition According to Ebbinghaus Theory

Egor V. Mecler

South Ural State Humanitarian
and Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia
e-mail: egormv174@yandex.ru

This article discusses the history of the development of tests and the advantages and disadvantages of various testing systems, among which electronic, dialogic and adaptive are mentioned. It also provides a justification for the need for further development of this area of education from the perspective of pedagogy. The main emphasis in the work is on those innovations that, within the framework of only theoretical discussion or on the basis of practical implementation, were proposed for use by numerous researchers from the field of testology. Generally, most of proposals are initially opposed to each other, but few have tried to combine the various concepts in the operation of testing systems. But it is precisely in this way that you can obtain a completely unique product that can most effectively perform the main functions of classical control and educational tests. It is especially useful to combine these systems with the theory of forgetting by Hermann Ebbinghaus, who is at the origins of testology, among other things. This subject became the foundation for the following results: a detailed description of the adaptive testing system with Ebbinghaus repetition was developed. The description includes the user side of the program, possible settings aimed at increasing its ease of use, as well as settings that are necessary for high-quality work. There is also a general technical description that declares both functionality and limitations and possible directions for further development of the project. The article ends with a list of advantages compared to analogues, as well as disadvantages compared to the potential of the proposed technology.

Keywords: pedagogy, testing, forgetting curve, adaptive testing system, fuzzy sets, recommendation system, educational software.

Acknowledgements. The author is grateful for assistance the scientific advisor Tatyana Lebedeva.

For citation: Mecler E.V. Adaptive Testing System with Repetition According to Ebbinghaus Theory // *Digital Humanities and Technology in Education (DHTE 2023): Collection of Articles of the IV International Scientific and Practical Conference. November 16–17, 2023* / V.V. Rubtsov, M.G. Sorokova, N.P. Radchikova (Eds). Moscow: Publishing house MSUPE, 2023. 349–366 p. (In Russ., abstr. in Engl.).

Information about the authors

Egor V. Mecler, second year student of the faculty of Math, Physics and Informatics, South Ural State Humanitarian and Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia, e-mail: egormv174@yandex.ru