

DOI: <https://doi.org/10.17816/dent110954>

Цифровая образовательная среда: эффективность адаптивного тестирования студентов-медиков

М.А. Мещерякова, Р.Ш. Гветадзе, Я.Н. Харах, В.М. Карпова, М.В. Тимощенко,
М.С. Галстян, С.Д. Арутюнов

Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, г. Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Все большее распространение получает компьютерный адаптивный подход тестирования, ведутся поиски и оптимизация алгоритмов его работы, в особенности в педагогической сфере. Согласно литературным данным, адаптивное тестирование имеет ряд преимуществ перед традиционным линейным тестовым контролем знаний, что определило цель и задачи исследования.

Цель — оценить целесообразность использования адаптивного подхода к структуре цифрового тестового контроля знаний студентов, обучающихся по специальности «Стоматология», посредством сравнительного анализа их психоэмоционального состояния, успешности выполнения тестовых заданий и затраченного времени.

Материал и методы. В настоящей работе рассмотрен наиболее простой механизм алгоритма — пирамидальная стратегия, обеспечивающая адаптивную работу компьютерного теста. В исследование включены 446 студентов 1-го курса Московского государственного медико-стоматологического университета имени А.И. Евдокимова, обучающихся по специальности «Стоматология» (средний возраст $18,76 \pm 2,26$ года), разделенных на две группы: контрольную ($n=200$), в которой проводилось линейное тестирование, и экспериментальную ($n=246$), в которой проводилось адаптивное тестирование. Процесс тестирования реализован посредством общедоступных электронных ресурсов и платформ.

Результаты. Результатом исследования явилось отсутствие статистически значимых различий по всем параметрам ($p > 0,05$), кроме временных затрат ($p < 0,05$).

Заключение. По результатам исследования нами была определена целесообразность адаптивного подхода в структуре цифрового тестового контроля знаний студентов, обучающихся по специальности «Стоматология».

Ключевые слова: адаптивное тестирование; компьютеризированное образование; дистанционное образование; онлайн-обучение; стоматологическое образование.

Как цитировать:

Мещерякова М.А., Гветадзе Р.Ш., Харах Я.Н., Карпова В.М., Тимощенко М.В., Галстян М.С., Арутюнов С.Д. Цифровая образовательная среда: эффективность адаптивного тестирования студентов-медиков // Российский стоматологический журнал. 2022. Т. 26, № 5. С. 421–429.

DOI: <https://doi.org/10.17816/dent110954>

DOI: <https://doi.org/10.17816/dent110954>

Digital educational environment: Effectiveness of adaptive testing of medical students

Maria A. Meshcheryakova, Ramaz Sh. Gvetadze, Yaser N. Kharakh, Veronika M. Karpova,
Marina V. Timoshchenko, Mariam S. Galstyan, Sergey D. Arutyunov

A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: The computer-adaptive approach in testing is becoming more widespread, and research and optimization of algorithms for its work are underway, especially in the pedagogical sphere. According to literature data, adaptive testing has several advantages over traditional linear testing of knowledge, which determined the purpose and objectives of the study.

AIM: To assess the feasibility of using an adaptive approach in digital test control of the knowledge of students majoring in Dentistry, through a comparative analysis of their psycho-emotional state, success of the test task completion, and time spent.

MATERIAL AND METHODS: In this study, we considered the simplest mechanism of the algorithm (pyramid strategy) to ensure the adaptive operation of a computer test. The study included 446 first-year students of the Moscow State Medical University named after A.I. Evdokimov, who were majoring in dentistry (average age 18.76 ± 2.26 years), divided into two groups: control group ($n=200$), in which linear testing was conducted, and experimental group ($n=246$), in which adaptive testing was conducted. The testing process is implemented through publicly available electronic resources and platforms.

RESULTS: As the result of the study the absence of statistically significant differences in all parameters ($p > 0.05$), except for time costs ($p < 0.05$), was determined.

CONCLUSIONS: The results of the study emphasized the feasibility of an adaptive approach in digital test control of the knowledge of students majoring in Dentistry.

Keywords: adaptive testing, computerized; distance education; online learning; dental education.

To cite this article:

Meshcheryakova MA, Gvetadze RSh, Kharakh YaN, Karpova VM, Timoshchenko MV, Galstyan MS, Arutyunov SD. Digital educational environment: the effectiveness of adaptive testing of medical students. *Russian Journal of Dentistry*. 2022;26(5):421–429. DOI: <https://doi.org/10.17816/dent110954>

АКТУАЛЬНОСТЬ

Одним из наиболее распространенных инструментов контроля уровня знания является линейное тестирование (ЛТ), представленное фиксированным набором тестовых заданий, направленных на скрининг определенных аспектов изучаемой темы. С появлением цифровых технологий тестовый контроль все чаще стал проводиться посредством компьютерных программ [1, 2]. Автоматизация процесса позволила сократить время проверки результатов, а также повысить объективность оценивания за счет исключения фактора субъективной оценки. Успешность интеграции тестирования в цифровые технологии подтверждается активным совершенствованием данной методики и многочисленными способами ее реализации [3–6], основанными на использовании статистических расчетов, повышающих надежность тестирования.

Такой повышенный исследовательский интерес к совершенствованию тестового метода связан с поиском увеличения точности оценки знаний, которая связана с соответствием сложности тестирования возможностям экзаменуемого. Одним из первых данную проблему осветил в своем научном труде F.M. Lord (1971): автором была предложена концепция гибкоуровневых тестов (flexilevel tests) [7], принцип которой лег в основу адаптивного тестирования (АТ) [8–10]. Идеология АТ заключается в изменении сложности тестовых заданий в зависимости от правильности ответа на предыдущие вопросы, что обеспечивает наиболее эффективное формирование тестовых заданий за счет их распределения по уровню сложности, основанном на текущих возможностях обучающегося [11].

Исходя из литературных данных, АТ позволяет осуществлять контроль уровня знаний, не уступающий ЛТ по эффективности и надежности, но при этом требующий меньших временных затрат благодаря уменьшению количества заданий, необходимых для наиболее объективной оценки [12–14].

Цель исследования — проанализировать пути совершенствования дистанционного тестирования знаний обучающихся посредством оценки АТ по параметрам эффективности тестового контроля, временных затрат и влияния на эмоциональное состояние обучающихся.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Исследование проводили дистанционно в период ограничительных карантинных мер, связанных с COVID-19, когда испытуемые находились в условиях домашнего обучения. В исследовании участвовало 28 учебных групп (446 студентов, из них 280 девушек и 166 юношей в возрасте $18,76 \pm 2,26$ года) 1-го курса Московского государственного медико-стоматологического университета имени А.И. Евдокимова, обучающихся по специальности «Стоматология». Студенты были разделены на две группы исследования (по 14 учебных групп в каждой): в контрольной группе численностью 200 человек проводили классическое ЛТ, в экспериментальной группе (246 человек) — АТ. Временные ограничения не применялись.

Алгоритм АТ не предусматривает возможность изменения выбора ответа на предыдущие тестовые задания, в связи с чем в ЛТ также была ограничена возможность возврата к предыдущим тестовым заданиям и их исправления.

До и сразу после АТ и ЛТ оценивали психоэмоциональное состояние посредством методики личностного дифференциала и шкалы тревоги Спилбергера–Ханина (ситуативная тревожность) в электронном формате (на платформе «Google Формы»). После прохождения тестирования фиксировали относительное число правильных ответов (в процентном соотношении) с целью сопоставимости данных и общую продолжительность тестирования (в секундах).

База тестовых заданий

Для ЛТ и АТ использовали общую базу тестовых заданий по теме «Эндодонтия», состоящую из 10 уровней сложности, каждый из которых включал в себя от 2 до 12 тестовых заданий, что в общей сложности составило 77 тестовых заданий (табл. 1).

Нами использовались тестовые задания двух типов: с выбором одного правильного ответа (закрытая форма) и четырема дистракторами и на установление правильной последовательности с пятью вариантами ответов. Таким образом, количество вариантов ответов во всех тестовых заданиях соответствовало пяти, а их последовательность варьировала случайным образом.

Таблица 1. Распределение количества вопросов по уровням сложности в общей базе данных тестовых заданий

Table 1. Distribution of the number of questions by difficulty levels in the general database of test tasks

| Уровень сложности | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й | 5-й | 6-й | 7-й | 8-й | 9-й | 10-й |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Количество тестовых заданий | 7 | 10 | 9 | 9 | 12 | 12 | 7 | 5 | 4 | 2 |

Валидация тестовых заданий

Уровень сложности для каждого тестового задания определяли экспертным методом по шкале от 1 до 10, где 1 — самый простой, а 10 — самый сложный.

Тестовые задания были разделены на группы по принципу сложности содержания, некоторые из них дополнительно подразделены нами в зависимости от сложности структуры вопроса. Описание характеристик, определяющих уровень сложности тестовых заданий, отображено в табл. 2. Задания, требующие от студентов демонстрации базовых знаний, соответствовали первым семи уровням сложности, для успешного выполнения заданий с 8-го по 10-й уровень сложности требовались навыки использования базовых знаний для выведения правильного ответа.

Линейное компьютерное тестирование

Тестирование в контрольной группе организовано с помощью конструктора тестов на платформе Online Test

Pad (<http://onlinetestpad.com/>). Структура ЛТ включала все 10 уровней сложности с частотой встречаемости, пропорциональной их частоте встречаемости в 10-стадийной пирамидальной стратегии АТ (табл. 3), что определило фиксированную длину теста в 30 тестовых заданий.

Последовательность уровней и выбор тестового задания из базы данных для соответствующего уровня определялись случайным образом при заданном нами условии отсутствия повторяющихся тестовых заданий. Значения продолжительности тестирования и количества правильных ответов являются параметрами, предоставляемыми данной платформой по умолчанию.

Адаптивное компьютерное тестирование

В экспериментальной группе проводили АТ на платформе «Google Таблицы». Функционирование алгоритма АТ обеспечено посредством написанного нами программного кода (скрипта) во встроенном редакторе скриптов (Google

Таблица 2. Описание характеристик уровней сложности

Table 2. Description of the characteristics of difficulty levels

| Уровень тестового задания | Характеристика уровня |
|---------------------------|---|
| 1-й | Задания на узнаваемость эндодонтических инструментов, аксессуаров и материалов, знание базовых определений и понятий в избранной тематике |
| 2-й | Задания на знание характеристик эндодонтического инструмента с одним правильным вариантом ответа. Задания требуют более сложных умственных процессов, так как сначала студент должен узнать инструмент, а затем соотнести с соответствующими ему характеристиками |
| 3-й | Задания на знание характеристик эндодонтического инструмента с несколькими правильными вариантами ответа. Задания сложнее предыдущего уровня, так как имеют более сложную структуру |
| 4-й | Задания с одним правильным вариантом ответа на знание порядка применения инструмента, техники использования. Данные задания требуют узнавания инструмента, затем описания его характеристик, а затем соотнесения с действиями, которые осуществляются данным инструментом |
| 5-й | Задания на знание порядка применения инструментов и техники использования с несколькими правильными вариантами ответа |
| 6-й | Задания на знание протокола применения эндодонтических инструментов с одним вариантом ответа. Данные задания требуют от студентов большего объема знаний: название инструментов, их характеристики, порядок применения каждого из них и последовательность применения всех инструментов в обозначенном лечебном протоколе |
| 7-й | Задания на определение последовательности этапов протокола применения эндодонтических инструментов. Задания проверяют знания аналогично предыдущему уровню, но написаны в более сложной форме тестовых заданий |
| 8-й | Задания на вычисление характеристик инструментов. Обучающийся узнает значения, необходимые для вычисления, из текста задания либо из иллюстрации к заданию, а затем должен сформулировать правильный ответ |
| 9-й | Типовые ситуационные задачи |
| 10-й | Ситуационные задачи с избыточными данными |

Таблица 3. Распределение количества уровней сложности в ЛТ

Table 3. Distribution of the number of difficulty levels in LT

| Уровень сложности | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й | 5-й | 6-й | 7-й | 8-й | 9-й | 10-й |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Частота встречаемости | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

Apps Scripts) на языке JavaScript (приложения 1, 2¹). Алгоритм выдачи тестовых заданий в экспериментальной группе прописан в соответствии с 10-стадийной пирамидальной стратегией [15], что определило фиксированную длину теста в 10 тестовых заданий. Согласно данной стратегии первое тестовое задание в АТ всегда было 5-го уровня сложности, на данном этапе работа скрипта заключалась только в случайном выборе задания из базы данных указанного уровня сложности. Вывод каждого последующего тестового задания (со 2-го по 10-е) происходил после двух этапов автоматической работы скрипта: сначала определялся уровень сложности, исходя из правильности ответа на предыдущий вопрос, затем соответственно определенному уровню сложности случайным образом выводилось тестовое задание из базы данных. Фиксация времени, затраченного на выполнение тестовых заданий, осуществлялась в автоматическом режиме. Продолжительность фиксировалась от момента вывода первого тестового задания до момента ответа на последнее (10-е) тестовое задание.

Статистическая обработка данных

Статистический анализ производили в программном обеспечении IBM SPSS Statistics. Статистическая значимость (α) и мощность исследования были заданы на уровнях 0,05 и 80% соответственно. Полученные данные

¹ Дополнительные материалы размещены в открытом научном репозитории, доступно по ссылке <https://osf.io/r9cvt/files/>. Приложение 1 — исходный код компьютерного адаптивного алгоритма тестов; приложение 2 — исходный код электронной базы тестовых заданий для компьютерного адаптивного алгоритма тестов.

проверяли на соответствие нормальному распределению посредством одновыборочного критерия Колмогорова–Смирнова. В случаях нормального распределения значений применяли t-критерий Стьюдента для независимых выборок с предварительным анализом равенства дисперсий по критерию Ливиня. В иных случаях сравнение выборок производили с помощью непараметрического U-критерия Манна–Уитни для независимых выборок.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Показатели самооценки в группах исследования по параметрам «Оценка», «Сила» и «Активность» соответствовали низкому уровню на этапах до и после выполнения студентами тестовых заданий. Статистически значимых различий между показателями групп не выявлено (критерий Ливиня: $p > 0,05$; t-критерий Стьюдента для независимых выборок: $p > 0,05$), что подтверждает гомогенность сформированной выборки и позволяет произвести объективное сравнение результатов дальнейших исследований (табл. 4).

Уровень тревожности в контрольной и экспериментальной группах соответствовал умеренному как до выполнения тестовых заданий, так и после. Статистически достоверных различий также не обнаружено (критерий Ливиня: $p > 0,05$; t-критерий Стьюдента для независимых выборок: $p > 0,05$) (табл. 5).

Общее число предложенных тестовых заданий в экспериментальной группе (АТ) составило 2460, из которых

Таблица 4. Средние значения показателей психодиагностической методики «Личностный дифференциал» в исследуемых группах ($M \pm m$)
Table 4. Average values of the psychodiagnostic technique indicators "Personal differential" in the studied groups ($M \pm m$)

| Факторы | Этап контроля | Линейное тестирование | Адаптивное тестирование | Статистическая значимость различий (p)* |
|------------|---------------|-----------------------|-------------------------|---|
| Оценка | До | -4,52±4,05 | -4,08±3,93 | 0,253 |
| | После | -4,52±4,86 | -4,40±4,46 | 0,792 |
| Сила | До | -1,97±2,78 | -2,16±3,23 | 0,495 |
| | После | -2,25±3,83 | -2,53±3,81 | 0,444 |
| Активность | До | -2,10±2,66 | -2,04±2,94 | 0,825 |
| | После | -2,12±3,00 | -1,81±2,84 | 0,271 |

Примечание. M — средняя арифметическая; m — среднеквадратическое отклонение. * t-критерий Стьюдента для независимых выборок.
Note. M — arithmetic mean; m — standard deviation. * Student's t criterion for independent samples.

Таблица 5. Средние значения показателей психодиагностической шкалы тревоги Спилбергера–Ханина в исследуемых группах ($M \pm m$)
Table 5. Average values of the Spielberger–Hanin psychodiagnostic anxiety scale in the study groups ($M \pm m$)

| Показатель | Этап контроля | Линейное тестирование | Адаптивное тестирование | Статистическая значимость различий (p)* |
|-------------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|---|
| Ситуативная тревожность | До | 43,22±9,04 | 43,58±8,57 | 0,375 |
| | После | 43,24±9,81 | 42,99±9,48 | 0,739 |

Примечание. M — средняя арифметическая; m — среднеквадратическое отклонение. * t-критерий Стьюдента для независимых выборок.
Note. M — arithmetic mean; m — standard deviation. * Student's t criterion for independent samples.

выполненных верно 1738 (70,61±16,96%), в контрольной группе (ЛТ) общее количество соответствовало 6000, из них 4031 (67,18±18,65%) верных ответов. По отношению к количеству верных ответов к их общему числу между исследуемыми группами не выявлено статистически значимых различий (критерий Колмогорова–Смирнова: $p < 0,05$; U-критерий Манна–Уитни: $p=0,072$).

Среднее время, затраченное студентами на полное выполнение линейных компьютерных тестов, составило 1358,52±697,99 сек, а адаптивных — 816,22±278,02 сек. Различия в исследуемых группах по временному параметру являются статистически значимыми (критерий Колмогорова–Смирнова: $p < 0,05$; U-критерий Манна–Уитни: $p=0,000$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Самооценка — тесно связанный с мотивацией к обучению компонент [16], который рассмотрен нами, в частности, с целью проверки гипотезы о влиянии типа тестирования на самооценку студентов. Является очевидным, что индивидуальная оптимизация уровня сложности тестовых заданий обеспечивает исключение заданий, обладающих большим стрессовым потенциалом для студента, что в рамках проведенного исследования не подтвердилось.

Не менее важным является эмоциональное состояние (тревожность), влияющее на производительность студентов и, как следствие, на успешность обучения [17–19]. Снижение производительности может возникнуть в результате стрессовых факторов, в том числе таких, как сложность заданий, их количество и дефицит времени для выполнения [20–22]. При этом полное отсутствие стресса у студентов может также снизить их результативность, в связи с чем тревожность должна поддерживаться на оптимальном уровне [17, 23]. Литературные данные касательно данного вопроса разнятся: результаты некоторых исследований свидетельствуют о негативном эффекте адаптивного подхода [24, 25], иные работы — об обратном [26].

Основываясь на полученных нами данных, можно заключить о равенстве воздействия рассмотренных методов тестирования на уровень тревоги испытуемых и, как следствие, сопоставимых значений успешности выполненных студентами тестовых заданий между исследуемыми группами. Различия в успеваемости, обусловленные уровнем эмоционального благополучия, могут проявляться на отдаленных сроках [17], однако в научной литературе не представлен сравнительный анализ адаптивного и линейного методов тестирования в данном аспекте, что свидетельствует о необходимости дальнейшего изучения данного вопроса.

При рассмотрении приведенного в настоящей работе низкого уровня самооценки и умеренной тревожности следует учитывать, что исследование проводилось в период ограничительных мер, связанных с пандемией

COVID-2019, что неизбежно оказывало негативное воздействие на психологическое здоровье студентов [27, 28], в особенности медицинских вузов [29, 30], данной возрастной группы [31].

В работе применена наиболее простая стратегия адаптивного механизма работы алгоритма, что объясняет, вероятно, слабую выраженность различий между группами исследования. Тем не менее полученные результаты свидетельствуют о возможности его применения в образовательном процессе. Особенно важным преимуществом АТ является возможность сокращения времени, затрачиваемого на оценку уровня подготовленности студентов. Это позволяет выделять больше времени для формирования профессиональных умений на аудиторных практических занятиях. Однако на сегодняшний день существуют более совершенные и эффективные адаптивные алгоритмы, изучение которых будет реализовано на последующих этапах нашей работы.

Данная работа была направлена на определение целесообразности применения адаптивного тестового контроля уровня подготовленности студентов-медиков. Было достоверно определено, что для осуществления адаптивного тестового контроля требуется меньше времени по сравнению с линейным при прочих равных показателях эффективности оценки и эмоционального состояния студентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования нами была определена целесообразность адаптивного подхода в структуре цифрового тестового контроля знаний студентов, обучающихся по специальности «Стоматология».

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Наибольший вклад распределен следующим образом: Р.Ш. Гветадзе, С.Д. Арутюнов — концептуализация; М.А. Мещерякова, М.В. Тимошенко — обработка данных; Я.Н. Харах, М.С. Галстян — формальный анализ; М.В. Тимошенко, М.С. Галстян — проведение исследования; Р.Ш. Гветадзе, Я.Н. Харах — методология;

М.А. Мещерякова, В.М. Карпова — ресурсы; В.М. Карпова, С.Д. Арутюнов — контроль проведения исследования; Я.Н. Харах, В.М. Карпова, М.В. Тимошенко, М.С. Галстян — подготовка оригинального проекта; Р.Ш. Гветадзе, С.Д. Арутюнов, М.А. Мещерякова — редактирование.

Author contribution. R.Sh. Gvetadze, S.D. Arutyunov — conceptualization; M.A. Meshcheryakova, M.V. Timoshchenko — data processing; Ya.N. Kharakh, M.S. Galstyan — formal analysis; M.V. Timoshchenko, M.S. Galstyan — conducting research; R.Sh. Gvetadze,

Ya.N. Kharakh — methodology; M.A. Meshcheryakova, V.M. Karpova — resources; V.M. Karpova, S.D. Arutyunov — control of the study; Ya.N. Kharakh, V.M. Karpova, M.V. Timoshchenko, M.S. Galstyan — writing preparation of the original project; R.Sh. Gvetadze, S.D. Arutyunov, M.A. Meshcheryakova — editing. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Mason B.J., Patry M., Bernstein D.J. An Examination of the Equivalence between Non-Adaptive Computer-Based and Traditional Testing // *J Educ Comput Res.* 2001. Vol. 24, N 1. P. 29–39. doi: 10.2190/9EPM-B14R-XQWT-WVNL
- Monaghan M.S., Cain J.J., Malone P.M., et al. Educational technology use among US colleges and schools of pharmacy // *Am J Pharm Educ.* 2011. Vol. 75, N 5. P. 87. doi: 10.5688/ajpe75587
- Aybek E.C., Demirtasli R.N. Computerized adaptive test (CAT) applications and item response theory models for polytomous items // *Int J Res Method Educ.* 2017. Vol. 3, N 2. P. 475–487. doi: 10.21890/ijres.327907
- Delgado-Gómez D., Laria J.C., Ruiz-Hernández D. Computerized adaptive test and decision trees: A unifying approach // *Expert Syst Appl.* 2018. Vol. 117. P. 358–366. doi: 10.1016/j.eswa.2018.09.052
- Morphew J.W., Mestre J.P., Kang H.A., et al. Using computer adaptive testing to assess physics proficiency and improve exam performance in an introductory physics course // *Phys Rev Phys Educ Res.* 2018. Vol. 14, N 2. P. 020110. doi: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.020110
- Van Groen M.M., Eggen T.J.H.M., Veldkamp B.P. Multidimensional Computerized Adaptive Testing for Classifying Examinees With Within-Dimensionality // *Appl Psychol Meas.* 2016. Vol. 40, N 6. P. 387–404. doi: 10.1177/0146621616648931
- Lord F.M. The self-scoring flexilevel test // *J Educ Meas.* 1971. Vol. 8, N 3. P. 147–151. doi: 10.1111/j.1745-3984.1971.tb00918.x
- Henning G. A guide to language testing: development, evaluation, research. Cambridge, Mass.: Newbury House, 1987. 198 p.
- Lewis C., Sheehan K. Using Bayesian decision theory to design a computerized mastery test // *Appl Psychol Meas.* 1990. Vol. 14, N 4. P. 367–386. doi: 10.1177/014662169001400404
- Reckase M.D. An interactive computer program for tailored testing based on the one-parameter logistic model // *Behav Res Methods Instrum.* 1974. Vol. 6, N 2. P. 208–212. doi: 10.3758/BF03200330
- Martin A.J., Lazendic G. Computer Adaptive Testing: Implications for Students' Achievement, Motivation, Engagement, and Subjective Test Experience // *J Educ Psychol.* 2018. Vol. 110, N 1. P. 27–45. doi: 10.1037/edu0000205
- Kalender İ. Computerized adaptive testing for student selection to higher education // *Yükseköğretim Dergisi.* 2012. Vol. 2, N 1. P. 13–19. doi: 10.2399/yod.12.004
- Mizumoto A., Sasao Y., Webb S.A. Developing and Evaluating A Computerized Adaptive Testing Version of the Word Part Levels Test // *Lang Test.* 2017. Vol. 36, N 1. P. 101–123. doi: 10.1177/0265532217725776
- Weiss D.J. Adaptive testing by computer // *J Consult Clin Psychol.* 1985. Vol. 53, N 6. P. 774–789. doi: 10.1037/0022-006X.53.6.774
- Малыгин А.А. Стратегии и алгоритмы реализации адаптивных технологий педагогических измерений // *Вестник университета.* 2013. № 15. С. 393–401.
- Abouserie R. Self-esteem and achievement motivation as determinants of students' approaches to studying // *Stud High Educ.* 1995. Vol. 20, N 1. P. 19–26. doi: 10.1080/03075079512331381770
- Cassady J.C., Johnson R.E. Cognitive test anxiety and academic performance // *Contemp Educ Psychol.* 2002. Vol. 27, N 2. P. 270–295. doi: 10.1006/ceps.2001.1094
- Moreira de Sousa J., Moreira C.A., Telles-Correia D. Anxiety, Depression and Academic Performance: A Study Amongst Portuguese Medical Students Versus Non-Medical Students // *Acta Med Port.* 2018. Vol. 31, N 9. P. 454–462. doi: 10.20344/amp.9996
- Pascoe M.C., Hetrick S.E., Parker A.G. The impact of stress on students in secondary school and higher education // *Int J Adolesc Youth.* 2020. Vol. 25, N 1. P. 104–112. doi: 10.1080/02673843.2019.1596823
- Mealey D.L., Host T.R. Coping with test anxiety // *Coll.* 1992. Vol. 40, N 4. P. 147–150. doi: 10.1080/87567555.1992.10532238
- Putwain D.W., Woods K.A., Symes W. Personal and situational predictors of test anxiety of students in post-compulsory education // *Br J Educ Psychol.* 2010. Vol. 80, N 1. P. 137–160. doi: 10.1348/000709909X466082
- Trifoni A., Shahini M. How does exam anxiety affect the performance of university students? // *Mediterr J Soc Sci.* 2011. Vol. 2, N 2. P. 93–93.
- Onyeizugbo E.U. Self-efficacy, gender and trait anxiety as moderators of test anxiety // *Electron J Res Educ Psychol.* 2010. Vol. 8, N 1. P. 299–312.
- Ling G., Attali Y., Finn B., Stone E.A. Is a Computerized Adaptive Test More Motivating Than a Fixed-Item Test? // *Appl Psychol Meas.* 2017. Vol. 41, N 7. P. 495–511. doi: 10.1177/0146621617707556
- Tonidandel S., Quiñones M.A., Adams A.A. Computer-adaptive testing: the impact of test characteristics on perceived performance and test takers' reactions // *J Appl Psychol.* 2002. Vol. 87, N 2. P. 320–332. doi: 10.1037/0021-9010.87.2.320
- Frey A., Hartig J., Moosbrugger H. Effekte des adaptiven Testens auf die Motivation zur Testbearbeitung am Beispiel des Frankfurter Adaptiven Konzentrationsleistungs-Tests // *Diagnostica.* 2009. Vol. 55, N 1. P. 20–28. doi: 10.1026/0012-1924.55.1.20
- Benke C., Autenrieth L.K., Asselmann E., Pané-Farré C.A. Lock-down, quarantine measures, and social distancing: Associations with depression, anxiety and distress at the beginning of the COVID-19 pandemic among adults from Germany // *Psychiatry Res.* 2020. Vol. 293. P. 113462. doi: 10.1016/j.psychres.2020.113462
- González-Sanguino C., Ausín B., Castellanos M.Á., et al. Mental health consequences during the initial stage of the 2020 Coronavirus pandemic (COVID-19) in Spain // *Brain Behav Immun.* 2020. Vol. 87. P. 172–176. doi: 10.1016/j.bbi.2020.05.040

29. Hill M.R., Goicochea S., Merlo L.J. In their own words: stressors facing medical students in the millennial generation // *Med Educ Online*. 2018. Vol. 23, N 1. P. 1530558. doi: 10.1080/10872981.2018.1530558

30. Sa B., Ojeh N., Majumder M.A.A., et al. The Relationship Between Self-Esteem, Emotional Intelligence, and Empathy Among Students From Six Health Professional Programs //

Teach Learn Med. 2019. Vol. 31, N 5. P. 536–543. doi: 10.1080/10401334.2019.1607741

31. Gambin M., Sękowski M., Woźniak-Prus M., et al. Generalized anxiety and depressive symptoms in various age groups during the COVID-19 lockdown in Poland. Specific predictors and differences in symptoms severity // *Compr Psychiatry*. 2021. Vol. 105. P. 152222. doi: 10.1016/j.comppsy.2020.152222

REFERENCES

1. Mason BJ, Patry M, Bernstein DJ. An Examination of the Equivalence between Non-Adaptive Computer-Based and Traditional Testing. *J Educ Comput Res*. 2001;24(1):29–39. doi: 10.2190/9EPM-B14R-XQWT-WVNL

2. Monaghan MS, Cain JJ, Malone PM, et al. Educational technology use among US colleges and schools of pharmacy. *Am J Pharm Educ*. 2011;75(5):87. doi: 10.5688/ajpe75587

3. Aybek EC, Demirtasli RN. Computerized adaptive test (CAT) applications and item response theory models for polytomous items. *Int J Res Method Educ*. 2017;3(2):475–487. doi: 10.21890/ijres.327907

4. Delgado-Gómez D, Laria JC, Ruiz-Hernández D. Computerized adaptive test and decision trees: A unifying approach. *Expert Syst Appl*. 2018;117:358–366. doi: 10.1016/j.eswa.2018.09.052

5. Morphew JW, Mestre JP, Kang HA, et al. Using computer adaptive testing to assess physics proficiency and improve exam performance in an introductory physics course. *Phys Rev Phys Educ Res*. 2018;14(2):020110. doi: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.020110

6. Van Groen MM, Eggen TJHM, Veldkamp BP. Multidimensional Computerized Adaptive Testing for Classifying Examinees With Within-Dimensionality. *Appl Psychol Meas*. 2016;40(6):387–404. doi: 10.1177/0146621616648931

7. Lord FM. The self-scoring flexilevel test. *J Educ Meas*. 1971;8(3):147–151. doi: 10.1111/j.1745-3984.1971.tb00918.x

8. Henning G. *A guide to language testing: development, evaluation, research*. Cambridge, Mass.: Newbury House; 1987. 198 p.

9. Lewis C, Sheehan K. Using Bayesian decision theory to design a computerized mastery test. *Appl Psychol Meas*. 1990;14(4):367–386. doi: 10.1177/014662169001400404

10. Reckase MD. An interactive computer program for tailored testing based on the one-parameter logistic model. *Behav Res Methods Instrum*. 1974;6(2):208–212. doi: 10.3758/BF03200330

11. Martin AJ, Lazendic G. Computer Adaptive Testing: Implications for Students' Achievement, Motivation, Engagement, and Subjective Test Experience. *J Educ Psychol*. 2018;110(1):27–45. doi: 10.1037/edu0000205

12. Kalender İ. Computerized adaptive testing for student selection to higher education. *Yükseköğretim Dergisi*. 2012;2(1):13–19. doi: 10.2399/yod.12.004

13. Mizumoto A, Sasao Y, Webb SA. Developing and Evaluating A Computerized Adaptive Testing Version of the Word Part Levels Test. *Lang Test*. 2017;36(1):101–123. doi: 10.1177/0265532217725776

14. Weiss DJ. Adaptive testing by computer. *J Consult Clin Psychol*. 1985;53(6):774–789. doi: 10.1037/0022-006X.53.6.774

15. Malygin AA. Strategies and algorithms of realization of adaptive technologies based on educational measurements. *University Bulletin*. 2013;(15):393–401. (In Russ).

16. Abouserie R. Self-esteem and achievement motivation as determinants of students' approaches to studying. *Stud High Educ*. 1995;20(1):19–26. doi: 10.1080/03075079512331381770

17. Cassady JC, Johnson RE. Cognitive test anxiety and academic performance. *Contemp Educ Psychol*. 2002;27(2):270–295. doi: 10.1006/ceps.2001.1094

18. Moreira de Sousa J, Moreira CA, Telles-Correia D. Anxiety, Depression and Academic Performance: A Study Amongst Portuguese Medical Students Versus Non-Medical Students. *Acta Med Port*. 2018;31(9):454–462. doi: 10.20344/amp.9996

19. Pascoe MC, Hetrick SE, Parker AG. The impact of stress on students in secondary school and higher education. *Int J Adolesc Youth*. 2020;25(1):104–112. doi: 10.1080/02673843.2019.1596823

20. Mealey DL, Host TR. Coping with test anxiety. *Coll*. 1992;40(4):147–150. doi: 10.1080/87567555.1992.10532238

21. Putwain DW, Woods KA, Symes W. Personal and situational predictors of test anxiety of students in post-compulsory education. *Br J Educ Psychol*. 2010;80(1):137–160. doi: 10.1348/000709909X466082

22. Trifoni A, Shahini M. How does exam anxiety affect the performance of university students? *Mediterr J Soc Sci*. 2011;2(2):93–93.

23. Onyeizugbo EU. Self-efficacy, gender and trait anxiety as moderators of test anxiety. *Electron J Res Educ Psychol*. 2010;8(1):299–312.

24. Ling G, Attali Y, Finn B, Stone EA. Is a Computerized Adaptive Test More Motivating Than a Fixed-Item Test? *Appl Psychol Meas*. 2017;41(7):495–511. doi: 10.1177/0146621617707556

25. Tonidandel S, Quiñones MA, Adams AA. Computer-adaptive testing: the impact of test characteristics on perceived performance and test takers' reactions. *J Appl Psychol*. 2002;87(2):320–332. doi: 10.1037/0021-9010.87.2.320

26. Frey A, Hartig J, Moosbrugger H. Effekte des adaptiven Testens auf die Motivation zur Testbearbeitung am Beispiel des Frankfurter Adaptiven Konzentrationsleistungs-Tests. *Diagnostica*. 2009;55(1):20–28. doi: 10.1026/0012-1924.55.1.20

27. Benke C, Autenrieth LK, Asselmann E, Pané-Farré CA. Lockdown, quarantine measures, and social distancing: Associations with depression, anxiety and distress at the beginning of the COVID-19 pandemic among adults from Germany. *Psychiatry Res*. 2020;293:113462. doi: 10.1016/j.psychres.2020.113462

28. González-Sanguino C, Ausín B, Castellanos MÁ, et al. Mental health consequences during the initial stage of the 2020 Coronavirus pandemic (COVID-19) in Spain. *Brain Behav Immun*. 2020;87:172–176. doi: 10.1016/j.bbi.2020.05.040

29. Hill MR, Goicochea S, Merlo LJ. In their own words: stressors facing medical students in the millennial generation. *Med Educ Online*. 2018;23(1):1530558. doi: 10.1080/10872981.2018.1530558

30. Sa B, Ojeh N, Majumder MAA, et al. The Relationship Between Self-Esteem, Emotional Intelligence, and Empathy Among Students From Six Health Professional Programs. *Teach Learn Med*. 2019;31(5):536–543. doi: 10.1080/10401334.2019.1607741

31. Gambin M, Sękowski M, Woźniak-Prus M, et al. Generalized anxiety and depressive symptoms in various age groups during the COVID-19 lockdown in Poland. Specific predictors and differences in symptoms severity. *Compr Psychiatry*. 2021;105:152222. doi: 10.1016/j.comppsy.2020.152222

ОБ АВТОРАХ

* **Харах Ясер Насерович**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 127473, г. Москва, ул. Деlegatesкая, д. 20, стр. 1;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7181-8211>;
elibrary SPIN: 7217-1160;
e-mail: c.kkharakh@gmail.com

Мещерякова Мария Александровна, д-р пед. наук, канд.
мед. наук, профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0016-1667>;
AuthorID: 589611;
e-mail: svet.mma@mail.ru

Гветадзе Рамаз Шалвович, член-корреспондент РАН,
д-р мед. наук, профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0508-7072>;
AuthorID: 296034;
e-mail: gvetadze-rs@msmsu.ru

Карпова Вероника Марковна, канд. мед. наук, доцент;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1003-6667>;
elibrary SPIN: 5404-1770;
e-mail: karpovavm82@gmail.com

Тимошенко Марина Вадимовна, канд. мед. наук;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6949-9351>;
elibrary SPIN: 7281-6560;
e-mail: 89162628590@mail.ru

Галстян Мариам Серёжевна;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3372-5775>;
elibrary SPIN: 3814-7044;
e-mail: galstyan_mariam@mail.ru

Арутюнов Сергей Дарчоевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6512-8724>;
elibrary SPIN: 1052-4131;
e-mail: sd.arutyunov@mail.ru

AUTHORS INFO

* **Yaser N. Kharakh**, MD, Cand. Sci. (Med.);
address: 20/1, Delegateskaya St., Moscow, Russia, 127473;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7181-8211>;
elibrary SPIN: 7217-1160;
e-mail: c.kkharakh@gmail.com

Maria A. Meshcheryakova, MD, Dr. Sci. (Ped.), Cand. Sci. (Med.),
Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0016-1667>;
AuthorID: 589611;
e-mail: svet.mma@mail.ru

Ramaz Sh. Gvetadze, Corr. Member RAS, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0508-7072>;
AuthorID: 296034;
e-mail: gvetadze-rs@msmsu.ru

Veronika M. Karpova, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1003-6667>;
elibrary SPIN: 5404-1770;
e-mail: karpovavm82@gmail.com

Marina V. Timoshchenko, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6949-9351>;
elibrary SPIN: 7281-6560;
e-mail: 89162628590@mail.ru

Mariam S. Galstyan;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3372-5775>;
elibrary SPIN: 3814-7044;
e-mail: galstyan_mariam@mail.ru

Sergey D. Arutyunov, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6512-8724>;
elibrary SPIN: 1052-4131;
e-mail: sd.arutyunov@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author