

Научная статья

УДК 373.1 © С. Н. Скарбич

DOI: 10.24412/2225-8264-

2024-4-886

ОРГАНИЗАЦИЯ КОРРЕКТИРУЮЩЕ-ОБУЧАЮЩЕГО ТЕСТИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ АДАПТИВНОГО ПОДХОДА К ИЗУЧЕНИЮ МАТЕМАТИКИ

Скарбич С. Н.¹

Ключевые слова: тестирование, адаптивное обучение, корректирующе-обучающее адаптивное тестирование, персонализированная помощь, предметные результаты, обучение математике

Keywords: testing, adaptive learning, corrective-educational adaptive testing, personalized assistance, subject results, teaching mathematics

Статья подготовлена в рамках реализации государственного задания Минпросвещения России на 2024 год на выполнение прикладной научно-исследовательской работы по теме «Методика адаптивного обучения математике учащихся общеобразовательных организаций в условиях цифровой образовательной среды».

Аннотация. В статье рассматривается проблема поиска средств успешного достижения учащимися предметных результатов по математике. В качестве такого средства выделяется корректирующе-обучающее адаптивное тестирование как инструмент для выявления и своевременного устранения пробелов в знаниях учащихся за счет оказания им персонализированной помощи. Поскольку абстрактность, строгость, логичность математики напрямую влияет на качество усвоения предмета, вызывая трудности при восприятии и понимании математического содержания, то в основу разработки персонализированной помощи были заложены типы восприятия учащимися учебной информации. Целью исследования является определение понятия и разработка структуры корректирующе-обучающего адаптивного тестирования по математике. Дается определение и приводится структура корректирующе-обучающего адаптивного тестирования; выделяются принципы корректирующе-обучающего адаптивного тестирования по математике; отмечаются особенности построения блоков задач для корректирующе-обучающего адаптивного тестирования по математике. Автором представлен новый подход к построению адаптивного теста по математике, основанного на внедрении персонализированной помощи с учетом типа восприятия учащимся учебной информации в сам процесс тестирования. Полученные результаты могут быть использованы для разработки корректирующе-обучающих адаптивных тестов по всем разделам школьного курса математики.

¹Скарбич Снежана Николаевна — кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры математики и методики обучения математике, Омский государственный педагогический университет (Россия, г. Омск, ул. Наб. Тухачевского, д. 14) E-mail: sns@omgpu.ru, ORCID: 0000-0002-1795-1473

Поступила в редакцию:
30.10.2024

ORGANIZATION OF CORRECTIVE-TRAINING TESTING IN THE CONTEXT OF AN ADAPTIVE APPROACH TO THE STUDY OF MATHEMATICS

Snezhana N. Skarbich

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Omsk State Pedagogical University

Abstract. The article considers the problem of finding means for successful achievement of subject results in mathematics by students. Corrective and educational adaptive testing is singled out as such a means as a tool for identifying and timely eliminating gaps in students' knowledge by providing them with personalized assistance. Since the abstractness, rigor, and logic of mathematics directly affect the quality of mastering the subject, causing difficulties in perceiving and understanding mathematical content, the types of perception of educational information by students were used as the basis for the development of personalized assistance. The purpose of the study is to define the concept and develop the structure of corrective and educational adaptive testing in mathematics. The definition and structure of corrective and educational adaptive testing are given; the principles of corrective and educational adaptive testing in mathematics are highlighted; the features of constructing blocks of problems for corrective and educational adaptive testing in mathematics are noted. The author presents a new approach to constructing an adaptive test in mathematics based on the introduction of personalized assistance taking into account the type of perception of educational information by the student in the testing process itself. The obtained results can be used to develop corrective and educational adaptive tests for all sections of the school mathematics course.

Достижение обучающимися предметных результатов напрямую влияет на их будущее, в частности на дальнейшее обучение и самоопределение, а также на успешную адаптацию в различных сферах деятельности. Кроме того, достижение предметных результатов способствует развитию личности обучаемого и мотивации к саморазвитию. Однако проблема снижения качества образования по математике на данный момент все еще остается актуальной. Ориентация обучения на «среднего» учащегося способствует накапливанию пробелов в знаниях по математике, с которыми они переходят в следующий класс. Как известно, математика это строгая наука, отличающаяся своей логичностью и абстрактностью, и последующие знания по математике опираются на предыдущие. Поэтому непонимание одних аспектов приводит к дальнейшему непониманию других, тем самым снижается мотивация к изучению математики, и как следствие качество обучения. «Более того, недооценка значимости освоения ключевых тем или разделов математики лишает возможности сформировать у школьника целостную и логически выстроенную предметно-математическую картину» [1, с. 37].

Понятно, что каждый учащийся уникален, имеет свои особенности и потребности в обучении, что непосредственно влияет на качество усвоения учебного материала по математике. Поэтому возникает вопрос: как организовать процесс обучения математике с учетом особенностей каждого учащегося, чтобы обеспечить достижение ими предметных результатов?

Опираясь на основные положения системно-деятельностного подхода, заложенного в ФГОС ООО и СОО, и утверждения о том, что приоритетом является самостоятельная деятельность учащихся, мы полагаем, что данная проблема может быть решена посредством организации адаптивного обучения.

Идея адаптивного обучения не нова, его истоки лежат в признании многими учеными важности индивидуальных особенностей и потребностей каждого обучающегося. Так, А. С. Границкая [2] данное понятие определяет через индивидуальную работу учителя с каждым учащимся в процессе организации их самостоятельной деятельности. В настоящее время адаптивное обучение становится более персонализированным и связанным с цифровыми технологиями, в частности с искусственным интеллектом. Л. В. Жук адаптивное обучение соотносит с формированием «индивидуальных образовательных траекторий в рамках гибкого персонализированного учебного графика с многократным контролем процесса самообразования» [3, с. 74].

В исследованиях ученых отмечается, что адаптивные образовательные ресурсы способствуют персонализации процесса обучения, что делает его наиболее эффективным. В. А. Шершнева, Ю. В. Вайнштейн и Т. О. Кочеткова [4] в основу разработки таких ресурсов положили идею микрообучения, когда учебный материала подается небольшими фрагментами.

Н. Н. Селезнева адаптивное обучение связывает с интеллектуальными системами на основе искусственного интеллекта. «Одной из показательных характери-

стик таких систем является их адаптивность к потребностям пользователя» [5, с. 121].

В этом направлении имеются разработки относительно применения адаптивного тестирования, в том числе и на основе искусственного интеллекта. В исследованиях адаптивное тестирование рассматривается как: инструмент реализации индивидуализации и дифференциации заданий по уровню их сложности [6], при этом задания в тесте представляются несколькими блоками, каждый из которых отличается уровнем их сложности [1]. В данных исследованиях адаптивный тест направлен на проверку знаний учащихся.

А. Г. Беленко, Н. С. Подходовой [7] предложен подход к созданию адаптивного теста с учетом когнитивных стилей учащихся, предлагающегося на этапах диагностики и контроля знаний обучающихся. Особенностью заданий является наличие или отсутствие в них приоритетной для учащихся формы кодирования информации.

Однако в данных исследованиях адаптивные тесты рассматриваются как средство контроля и оценки предметных результатов обучающихся и проблема накопления пробелов в знаниях учащихся остается актуальной.

Поэтому целью нашего исследования является определение структуры такого адаптивного тестирования, которое способствовало достижению учащимися предметных результатов по математике.

Для решения данной проблемы и в соответствии с целью исследования, опираясь на имеющиеся разработки в области адаптивного тестирования, мы выделяем понятие корректирующе-обучающего адаптивного тестирования.

В нашем исследовании под адаптивным обучением будем понимать обучение, ориентированное на оказание персонализированной помощи учащимся с учетом их индивидуальных особенностей с применением цифровых технологий.

Корректирующе-обучающее адаптивное тестирование определим, как персонализированный процесс прохождения учащимися теста с заданиями, адаптированными под уровень сложности и понимания учащегося, а также предоставление индивидуальной помощи при их выполнении с учетом стилей восприятия учащимися учебной информации. Соответственно адаптивный тест будем называть корректирующе-обучающим.

Целью такого тестирования является не только выявление пробелов в знаниях учащихся, но и своевременное их устранение посредством осуществления персонализированной помощи во время прохождения теста. Поскольку специфика математического содержания показывает, что математический объект можно представить как в вербальной, символьной, графической формах, и на усвоение математических объектов влияет тип их восприятия учащимися [8], то персонализированная помощь в адаптивном тестировании определяется нами в зависимости от выявленного типа восприятия учащимся учебного материала.

В отличие от работ многих исследователей, нами разработано корректирующе-обучающее адаптивное

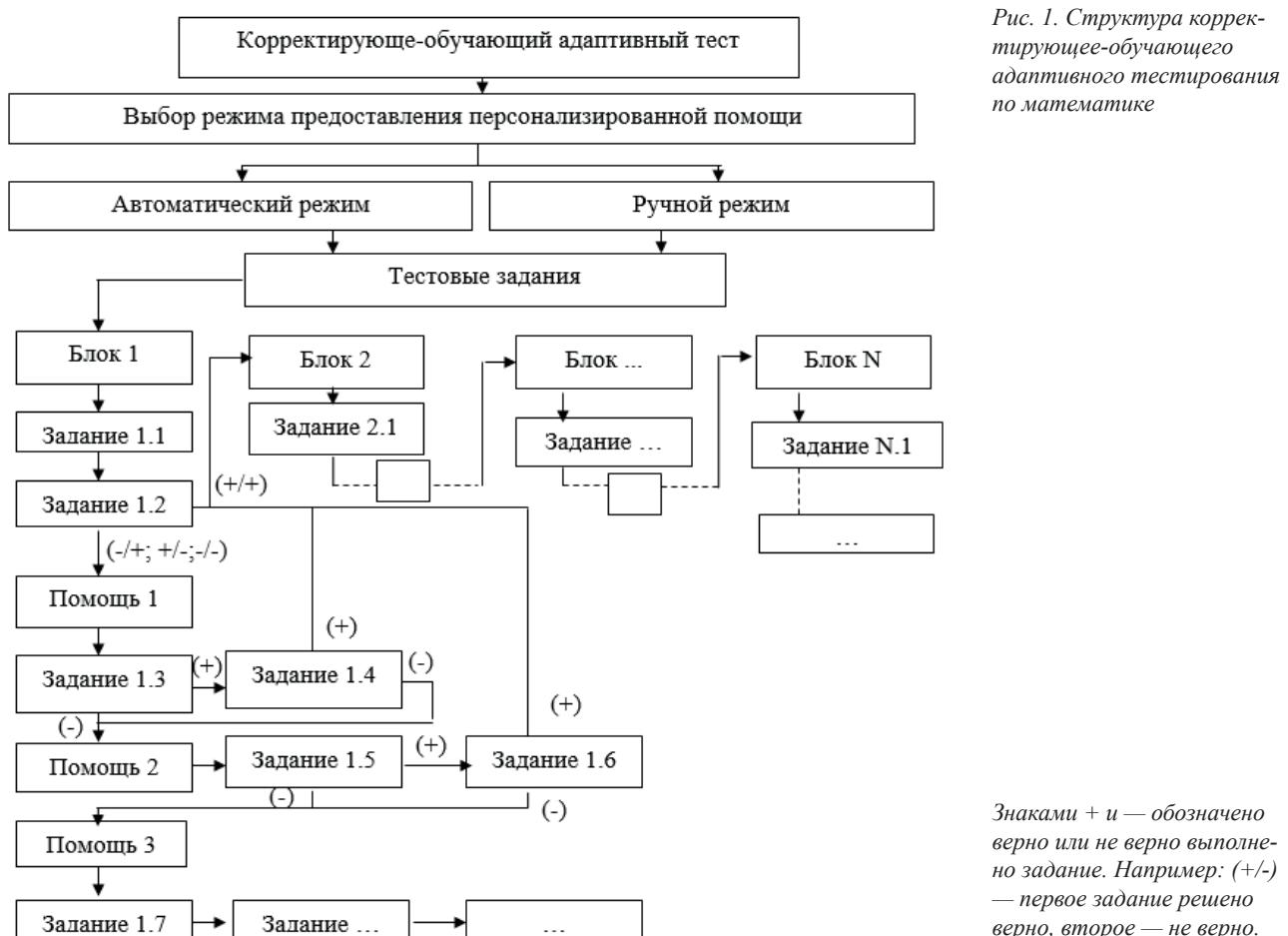


Рис. 1. Структура корректирующе-обучающего адаптивного тестирования по математике

тестирование, в котором учет типов восприятия учащимися учебной информации заложен в персонализированной помощи учащимся, а не в самих задания, как у авторов работы [7]. Структура такого тестирования представлена на рисунке 1.

Опишем работу корректирующе-обучающего адаптивного теста по математике. Адаптация в рассматриваемом тестировании происходит через предъявление заданий обучающимся в зависимости от уровня их сложности и оказания персонализированной помощи с учетом типа восприятия учебной информации.

Корректирующе-обучающее тестирование обязательно предврежает психологическая диагностика, направленная на определение стиля восприятия учащимися учебной информации: аудиальный, визуальный, кинестетический или комбинированный. Это нужно для того, чтобы в дальнейшем в teste осуществлять персонализированную помощь для устранения проблем при выполнении заданий в виде цифровых ресурсов: обучающие видео/аудио ролики, математический конструктор и др.

Вид персонализированной помощи в процессе тестирования может выбираться учащимся самостоятельно или автоматически:

- автоматический режим персонализированной помощи предполагает, что система тестирования сама будет предъявлять помощь ученику в зависимости от указанного перед тестированием преобладающего типа восприятия учащимся информации;

- ручной режим предоставляет обучающемуся в процессе тестирования самостоятельно выбирать вид

помощи: аудиальную, визуальную, кинестетическую или комбинированную. В работе [8] представлены виды такой помощи в зависимости от типа восприятия учащимися учебной информации.

Задания корректирующе-обучающего теста делятся на N блоков. Количество блоков в teste зависит от особенностей заданий их наполняющих. Задания можно разделить на несколько блоков относительно:

- уровня сложности;
- тематики математического содержания, при этом в каждом из блоков можно задания еще распределить по уровню их сложности;
- вида математической деятельности;
- типа математических задач и т.д.

В каждом блоке содержится большое количество заданий. В начале тестирования учащимся предлагается задание из первого блока, если ученик его решает правильно, ему предлагается следующее задание из этого блока. В случае правильного выполнения двух подряд заданий (обозначение на рисунке 1 $(+/-)$) учащийся переходит на второй блок. Если ученик выполнил не верно все два или хотя бы одно задание блока (обозначение на рисунке 1 $(-/-; -/+; +/-)$), то он переходит на блок поддержки, где ему предлагается персонализированная помощь в зависимости от допущенных ошибок. Помощь предлагается по нарастаанию ее глубины: от направляющей (простого указания по решению задачи) до обучающей (например, обучающего видеоролика). Помощь определяется в зависимости от типа восприятия учащимся учебной информации. Данный процесс происходит до тех пор, пока ученик

правильно не выполнит подряд два задания. Затем он переходит на следующий блок, работа которого аналогична схеме первого блока. Отметим, что минимальное количество правильно решенных подряд задач определяется составителем теста и зависит от того, делятся ли задачи еще внутри блока на группы.

Представленная структура корректирующе-обучающего адаптивного тестирования реализуется с помощью открытых цифровых онлайн платформ. Приведем фрагмент задания по математике и примеры персонализированной помощи к нему из корректирующе-обучающего адаптивного теста, созданного на платформе Moodle.

Тест по теме «Сечение треугольной пирамиды» включает три блока: теоретический блок «Что мы знаем о пирамиде?» и два практических блока заданий «Построение сечения треугольной пирамиды», «Вычисление площади сечения треугольной пирамиды».

Первый блок содержит задания, связанные с теоретической частью, например:

В каком случае сечение треугольной пирамиды плоскостью будет представлять собой трапецию?

А) плоскость проходит через вершину и противолежащую сторону основания;

Б) плоскость параллельна основанию пирамиды;

В) плоскость пересекает все ребра пирамиды, не проходя через вершины;

Г) плоскость содержит одну боковую грань пирамиды и пересекает противоположное ребро.

При неправильном ответе, учащемуся будет предложена подсказка: в математическом конструкторе на динамическом чертеже изменить положения точек, через которое проходит сечение так, чтобы получилась трапеция и сделать вывод.

Второй блок, содержит задачи на построение сечения треугольной пирамиды разными методами.

Третий блок содержит задачи, где нужно не только построить правильно сечение, но и вычислить его площадь. Задачи этого блока опираются на задачи предыдущих блоков. Это задачи как закрытого типа, так и открытого, например:

Решение задач по теме Вычисление площади сечения треугольной пирамиды

Для продолжения выполнения заданий, воспользуйтесь подсказкой

 Подсказка

Посмотрите видео и выделите шаги построения сечения пирамиды



перейти к выполнению заданий

Помощь

Построим сечение в плоскости основания пирамиды. Для этого точки M — M' — другую найдем, пересекая прямую AC с ее проекцией на основание. В этом решении мы используем центральную проекцию из вершины D : $L' = DL \cap AC$, $K' = B$.

0 1 2 3 4 5 6 7

В правильной пирамиде $SABC$ найдите площадь сечения пирамиды плоскостью, проходящей через точку K — середину ребра AB , точки E и P принадлежащие плоскостям BCS и ACS , если боковое ребро пирамиды равно 7, а сторона основания равна 8.

В случае неправильного решения задач данного типа, учащимся предлагается персонализированная помощь. Для визуалов и аудиалов - посмотреть обучающее видео о решении задач такого типа с пошаговым алгоритмом (рис. 2), а для кинестетов предлагается перейти в математический конструктор, где опираясь на направляющие действия программы — построить подобное сечение (рис. 3).

Отметим, что если учащийся не справляется с заданием при оказании направляющей персонализированной помощи, то по мере ее нарастания она может дойти до обучающей в виде интерактивных цифровых ресурсов [9] и интерактивных упражнений, обучающих учащихся рассуждать [10].

Перечислим принципы корректирующе-обучающего адаптивного тестирования по математике.

Принцип персонализации: каждый корректирующе-обучающий адаптивный тест по математике уникален и не повторяется среди учащихся. Задания в него подбираются в зависимости от правильности ответа на предыдущие задания, сложность постепенно увеличивается. Тест содержит большое количество заданий для выбора. Система тестирования не пропустит дальнее учащегося, если он не выполнил правильно более простые задания. В тесте осуществляется персонализированная помощь в зависимости от типа восприятия учащимися учебной информации. Эта помощь дозированная. Объем ее нарастает в зависимости от возникающих трудностей учащихся. Адаптация происходит также в следующих направлениях: адаптация к стилям обучения; уровню обученности; темпу работы: тест не ограничен по времени, каждый учащийся двигается в своем темпе.

Принцип динамичности: сложность заданий постепенно меняется в зависимости от правильности отве-

Решение задач по теме Вычисление площади сечения треугольной пирамиды

Для продолжения выполнения заданий, воспользуйтесь подсказкой



Подсказка

Нажмите на картинку ниже и перейдите в математический конструктор.

Постройте в нем сечение пирамиды, следуя указаниям.

Для продолжения выполнения заданий

Помощь

Построим сечение в плоскости основания пирамиды. Для этого точки M — M' — другую найдем, пересекая прямую AC с ее проекцией на основание. В этом решении мы используем центральную проекцию из вершины D : $L' = DL \cap AC$, $K' = B$.

0 1 2 3 4 5 6 7

Выберите, перенесите объекты. При нажатии Shift или Ctrl можно выбрать несколько объектов.

перейти к выполнению заданий

Рис. 2. Пример персонализированной помощи для аудиалов/визуалов, предоставляемой при корректирующе-обучающем адаптивном тестировании по математике на платформе Moodle

Рис. 3. Пример персонализированной помощи для кинестетов, предоставляемой при корректирующе-обучающем адаптивном тестировании по математике на платформе Moodle

тов на предыдущие задания, что позволяет поддерживать интерес и мотивировать учащегося на дальнейшее его прохождение. Такой подход делает прохождение тестирования более гибким.

Принцип результативности: корректирующе-обучающий адаптивный тест обеспечивает успех в достижении образовательной цели. Персонализированная обучающая помощь поможет учащемуся преодолеть трудности на каждом этапе, что мотивирует учащегося дойти до конца.

Принцип доступности: корректирующе-обучающий адаптивный тест доступен для любого ученика, где бы он не находился. Учащийся данный тест также может выполнить дома, а сопровождающие его цифровые ресурсы помогут ученику преодолеть трудности и восполнить пробелы в знаниях.

Принцип интерактивности: в процессе корректирующе-обучающего адаптивного тестирования учащийся имеет возможность получать обратную связь после выполнения задания (о его результате), в процессе выполнения (направляющие действия), а также в конце прохождения теста.

Корректирующе-обучающие тесты не только выявляют и устраняют пробелы в знаниях учащихся, но и могут оценить уровень достижения предметных результатов по математике в случае его успешного прохождения без персонализированной помощи. Более того, такие тесты позволяют оптимизировать процесс обучения за счет эффективного использования времени и цифровых ресурсов, а также автоматизации всего процесса. Корректирующе-обучающие адаптивные тесты можно использовать как на уроке, так и в процессе самостоятельной деятельности вне школы.

Таким образом, разработанная структура корректирующе-обучающего адаптивного тестирования на основе осуществления персонализированной помощи в зависимости от типа восприятия учащимся учебной информации позволяет реализовать несколько функций: выявить и устранить пробелы в знаниях учащихся посредством нарастающей помощи от направляющей до обучающей. Учет приоритетного для ученика стиля восприятия в процессе оказания помощи влияет на усвоение и понимание информации, а следовательно на качество выполнения заданий и достижения предметных результатов.

Список источников

1. Асатов А. Д., Кудинов И. В. Адаптивный тест по математике // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. 2022. №1–3 (62). С. 37–40. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/adaptive-test-po-matematike> (дата обращения: 22.10.2024).
2. Границкая А. С. Научить думать и действовать: Адаптивная система обучения в школе: книга для учителя. М.: Просвещение, 1991. 175 с.
3. Жук Л. В. Адаптивное обучение математике в интеллектуальной обучающей среде: история, технология, практика // Психология образования в поликультурном пространстве. 2020. № 2(50). С. 66–75.
4. Shershneva V. A., Vainshtein Yu. V., Kochetkova T. O. Adaptive system of web-based teaching // Program Systems: Theory and Applications. 2018. Vol. 9. No. 4(39). P. 179–197. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38542273> (дата обращения: 23.10.2024).
5. Селезнева Н. Н. Трансформация адаптивных технологий обучения от педагогической технологии к обучающим системам с элементами искусственного интеллекта // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. 2022. № 3(61). С. 113–123.
6. Ларин С. Н., Герасимова Л. И., Герасимова Е. В. Адаптивное тестирование уровня знаний обучаемых как инструментарий реализации принципов индивидуализации и дифференциации обучения // Педагогический журнал. 2018. Т. 8. № 2А. С. 48–57.
7. Беленко А. Г., Подходова Н. С. Принципы разработки системы адаптивного тестирования по математике на основе учета когнитивных особенностей обучающихся // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 2. С. 50.
8. Скарбич С. Н. Формирование исследовательских компетенций учащихся в процессе обучения решению планиметрических задач: учебное пособие. Омск: ОмГПУ, 2010. 194 с.
9. Дербуш М. В., Скарбич С. Н. Инновационные подходы к использованию информационных технологий в процессе обучения математике // Непрерывное образование: XXI век. 2020. № 2(30). С. 66–80. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43054618> (дата обращения: 25.10.2024).
10. Дербуш, М. В., Скарбич С. Н. Формирование умения рассуждать в процессе смешанного обучения геометрии учащихся основной школы // Педагогическое образование в России. 2023. № 4. С. 46–55. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54613957> (дата обращения: 25.10.2024).

References

1. Asatov A. D., Kudinov I. V. Adaptive test in mathematics. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. M. Akmully = Bulletin of the Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla.* 2022; (1-3(62)). 37-40. (In Russ.).
2. Granickaya A. S. To teach to think and act: An adaptive learning system at school: book for teachers. Moscow: Education, 1991. 175 p.

3. ZHuk L. V. Adaptive Mathematics Teaching in an Intelligent Learning Environment: History, Technology, Practice. *Psihologiya obrazovaniya v polikul'turnom prostranstve = Educational Psychology in Polycultural Space*. 2020; 2(50). 66-75. (In Russ.).
4. Shershneva V. A., Vainshtein Yu. V., Kochetkova T. O. Adaptive system of web-based teaching. *Program Systems: Theory and Applications*. 2018; 9-4(39); 179-197.
5. Selezneva N. N. Transformation of adaptive learning technologies from pedagogical technology to learning systems with elements of artificial intelligence. *Vestnik MGPU. Seriya: Informatika i informatizaciya obrazovaniya = MCU Journal of Informatics and Informatization of Education*. 2022; 3(61). 113-123. (In Russ.).
6. Larin S. N., Gerasimova L. I., Gerasimova E. V. Adaptive testing of students' knowledge level as a tool for implementing the principles of individualization and differentiation of learning. *Pedagogicheskij zhurnal = Pedagogical journal*. 2018; 8-(2A). 48-57. (In Russ.).
7. Belenko A. G., Podhodova N. S. Principles for developing an adaptive testing system in mathematics based on taking into account the cognitive characteristics of students. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education*. 2023; (2). 50. (In Russ.).
8. Skarbich S. N. Formation of students' research competencies in the process of learning to solve planimetric problems: textbook. Omsk: Omsk State Pedagogical University, 2010. 194 p.
9. Derbush M. V., Skarbich S. N. Innovative approaches to the use of information technology in the process of teaching mathematics. *Nepreryvnoe obrazovanie: XXI vek = Lifelong Education: The 21st Century*. 2020; 2(30). 66-80. (In Russ.).
10. Derbush M. V., Skarbich S. N. Formation of reasoning skills in the process of blended learning of geometry of students of the basic school. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii = Pedagogical Education in Russia*. 2023; (4). 46-55. (In Russ.).