

А.С. Рванова¹, Н.С. Горшков¹

¹Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан

ТЕХНОЛОГИЯ КРИТЕРИАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ШКОЛЬНИКОВ ПО МАТЕМАТИКЕ

Аннотация

Внедрение новой технологии в процесс обучения ведет к расширению возможностей в его организации, а также предполагает педагогический поиск, направленный на адаптацию этой технологии к процессу обучения тому или иному предмету. В статье предлагается технология критериального оценивания учебных достижений по математике, построенная на основе особенностей содержания и деятельностной составляющей предмета математики. Особенность этой технологии состоит в том, что обучающиеся в ходе решения задач составляют дескрипторы, которые в дальнейшем используются при формативном и суммативном оценивании. Каждый дескриптор является шагом алгоритма решения задачи. Приведен пример составления дескрипторов для задачи на нахождение расстояния от точки до плоскости, рассмотрены варианты альтернативных дескрипторов, основанных на различных способах и методах решения задачи. Рассмотренный подход способствует вовлечению обучающихся в проектирование процесса оценивания. В результате у школьников формируется ясное представление о критериях оценивания, и таким образом реализуется принцип открытости, а также усиливается дидактический эффект критериального оценивания.

Ключевые слова: критериальное оценивание, дескрипторы, обучение математике, учебная деятельность, самооценивание, обучение решению задач.

Аңдатпа

А.С. Рванова¹, Н.С. Горшков¹

¹Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл қ., Қазақстан

ОҚУШЫЛАРДЫҢ МАТЕМАТИКА БОЙЫНША ОҚУ ЖЕТІСТІКТЕРІН КРИТЕРИАЛДЫ БАҒАЛАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Оқу процесіне жаңа технологияны енгізу оны ұйымдастырудағы мүмкіндіктердің кеңеюіне әкеледі, сонымен қатар осы технологияны белгілі бір пәннің оқу процесіне бейімдеуге бағытталған педагогикалық іздеуді қамтиды. Мақалада математика пәнінің белсенділік құрамы мен мазмұнының ерекшеліктеріне негізделген математикадан оқу жетістіктерін критериалды бағалау технологиясы ұсынылған. Бұл технологияның ерекшелігі- тапсырмаларды шешу кезінде білім алушылар дескрипторлар жасайды, олар кейіннен формативті және жиынтық бағалауда қолданылады. Әрбір дескриптор есепті шешу алгоритмінің қадамы болып табылады. Нүктеден жазықтыққа дейінгі қашықтықты табуға арналған дескрипторларды құру үлгісі келтірілген, есепті шешудің әртүрлі тәсілдері мен әдістеріне негізделген альтернативті дескрипторлардың нұсқалары қарастырылған. Қарастырылған әдіс білім алушыларды бағалау процесін жобалауға тартуға ықпал етеді. Нәтижесінде оқушыларда бағалау критерийлері туралы нақты түсінік қалыптастырады және осылайша ашықтық қағидаты іске асырылады, сондай-ақ критериалды бағалаудың дидактикалық әсері күшейтіледі.

Түйін сөздер: критериалды бағалау, дескрипторлар, математиканы оқыту, оқу іс-әрекеті, өзін-өзі бағалау, есептерді шешуге үйрету.

Abstract

CRITERIA-BASED ASSESSMENT TECHNOLOGY OF EDUCATIONAL ACHIEVEMENTS IN MATHEMATICS AT SCHOOL

Rvanova A.S.¹, Gorshkov N.S.¹

¹Manash Kozybaev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan

The introduction of new technology in the learning process leads to increased opportunities in its organization and involves a pedagogical search aimed at adapting this technology to the learning process of a particular subject. The article proposes a methodology of criteria-based assessment of educational achievements in mathematics based on the features of the content and activity component of the subject of mathematics. The peculiarity of this technology consists in the fact that students make up descriptors in the course of solving problems, which are used in formative and summative assessment later. Each descriptor is a step in the algorithm of solving the problem. An example of creating descriptors for the problem of finding the distance from a point to a plane is given, and alternative descriptors based on

various ways and methods for solving the problem are considered. This approach promotes the involvement of students in the design of the assessment process. As a result, students develop a clear idea of the assessment criteria. This way the principle of openness is implemented, and the didactic effect of criteria-based assessment is enhanced.

Keywords: criteria-based assessment, descriptors, teaching mathematics, learning activities, self-assessment, learning to solve problems.

Внедрение критериального оценивания в систему школьного образования оказывает влияние не только на процедуру оценивания учебных достижений, но и на организацию всего процесса обучения. Исследователи [1-3] в области критериального оценивания в качестве его основных принципов указывают объективность, непрерывность, достоверность, ясность и доступность процедур оценивания, взаимосвязь оценивания и обучения, развитие навыков самоконтроля и самооценивания обучающихся. Например, Д. Садлер [4] отмечает, что важным аспектом критериального оценивания является требование к учителю четко разъяснить ученикам критерии, по которым будут оцениваться их работы. В связи с этим актуальным является вопрос, когда и в какой форме сообщать обучающимся критерии. Пути решения этой проблемы можно увидеть в исследовании Ш. Кларк [5], в котором среди компонентов критериального оценивания указываются следующие:

- вовлечение обучающихся на этапе планирования для повышения мотивации и ответственности;
- обсуждение с участием всех обучающихся;
- ясные цели обучения, сообщаемые ученикам (не обязательно в начале урока, иногда после побуждения интереса к познанию);
- совместное построение критериев успеха;
- анализ примеров выполнения заданий перед самостоятельной деятельностью обучающихся;
- обратная связь от сверстников и учителей, которая фокусируется на успехах и на моментах, где необходимы улучшения.

Значимость активного участия обучающихся в процесс оценивания в качестве его проектировщиков подчеркивается и в исследованиях, направленных на выявление и решение проблем внедрения критериального оценивания в практику предметного обучения [6-8]. Таким образом, роль обучающихся в процессе оценивания должна заключаться не только в прохождении контрольно-оценочных испытаний, но и в проектировании процесса оценивания, а также в создании критериев успеха. Описание и уточнение критериев осуществляется через дескрипторы – характеристики, описывающие конкретные шаги для выполнения заданий [9]. Анализ материалов, предлагаемых для реализации критериального оценивания учебных достижений по математике [10], позволяет заметить, что дескрипторы заданий описывают этапы решения задачи, которые являются ни чем иным как шагами алгоритма решения соответствующей задачи. Следует отметить, что алгоритмизация является важнейшим для обучения математике способом преобразования информации. «Алгоритм представляет собой общепринятое и однозначное предписание, определяющее процесс последовательного преобразования исходных данных в искомый результат» [11, с. 184]. В математике решение многих классов задач алгоритмизировано, поэтому обучение алгоритмам является неотъемлемой частью процесса обучения математике на любом уровне.

На наш взгляд, можно выделить два способа работы с алгоритмами в обучении математике:

- 1) предоставление обучающимся готовых алгоритмов;
- 2) организация учебной деятельности по самостоятельной разработке алгоритмов.

Конечно же, выбор способа зависит от многих факторов, таких, к примеру, как сложность алгоритма, особенности методической системы учителя, познавательные способности обучающихся, но если цель – организовать обучение, направленное на развитие, а не на простое запоминание информации, следует остановиться на втором варианте, предполагающем поисковую деятельность обучающихся. В условиях критериального оценивания именно возможность алгоритмизации хода решения математических задач позволяет осуществлять уточнение критериев успеха в виде последовательности дескрипторов, каждый из которых является шагом в алгоритме решения задачи. При этом целесообразно не сообщать обучающимся готовые дескрипторы, а вовлекать обучающихся в процесс их составления. В итоге дескрипторы как продукт учебной деятельности обретают особую дидактическую ценность. Сначала они являются целью деятельности обучающихся, в результате которой они осваивают алгоритм решения нового класса задач, а затем становятся средствами оценивания, поэтому у обучающихся формируется четкое представление, о том, что как будет осуществляться оценивание качества их работы.

Рассмотренный подход позволил нам построить технологию критериального оценивания учебных достижений по математике, основанную на особенностях содержания и деятельностной составляющей предмета и главном принципе критериального оценивания – открытости (рисунок 1).

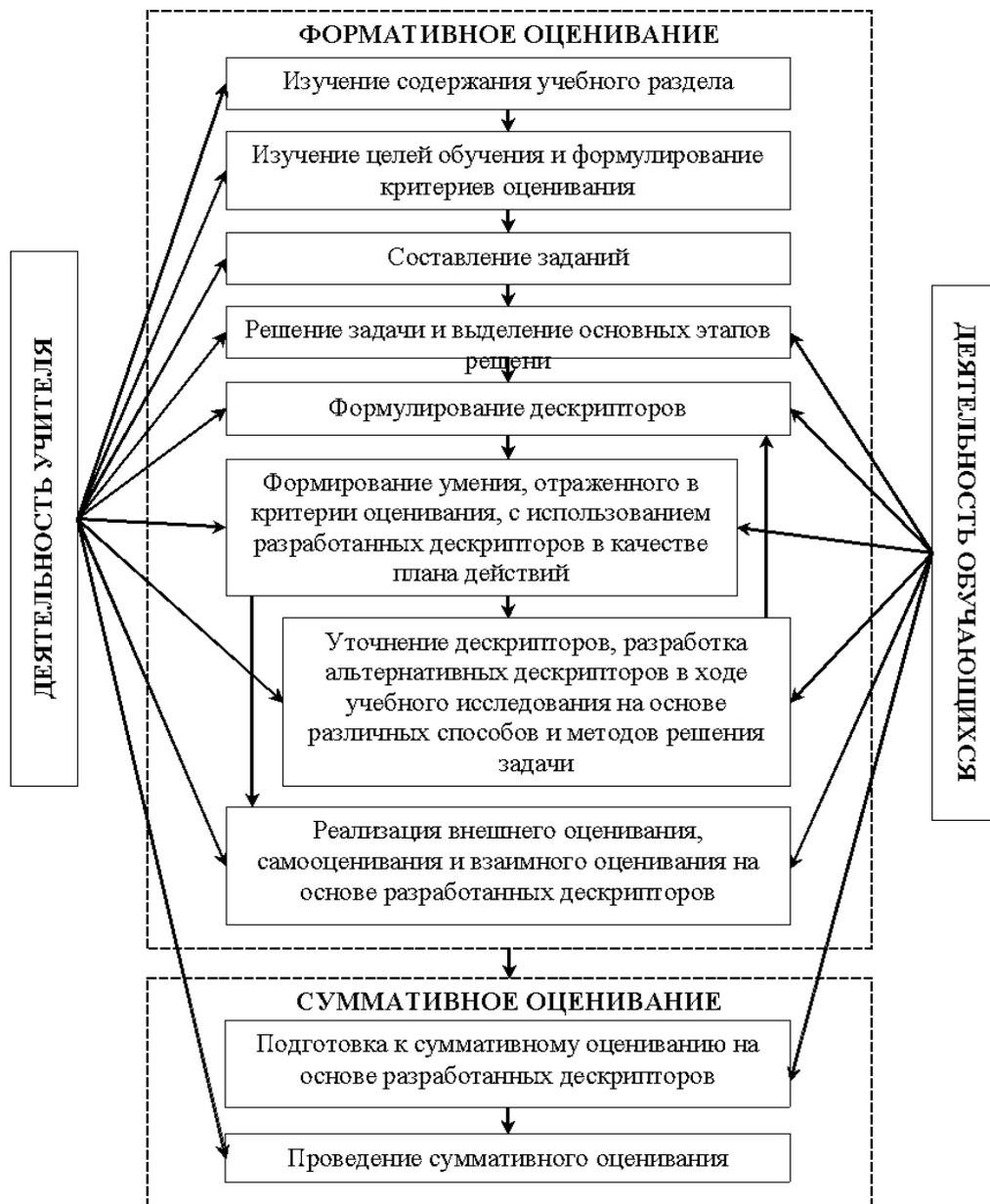


Рисунок 1. Технология критериального оценивания учебных достижений по математике

Основные ее этапы – формативное и суммативное оценивания – соответствуют структуре критериального оценивания, а их детализация осуществляется через описание деятельности учителя и обучающихся, причем реализация процедур критериального оценивания сопряжена с математической деятельностью.

Преимуществом этой технологии является то, что обучающиеся сами реализуют процедуру составления дескрипторов, которая состоит из нижеследующих этапов:

- выполнение шага решения задачи;
- описание дескриптора;
- анализ решения, поиск другого способа решения, использование различных методов решения;
- уточнение дескрипторов, формулировка альтернативных дескрипторов.

В дальнейшем, разработанные дескрипторы используются в ходе формативного оценивания, которое может осуществляться как учителем, так и самими обучающимися в виде самооценивания

или взаимного оценивания. На этом этапе учебного процесса происходит формирование отраженного в критерии умения или навыка, степень усвоения которого выявляется в ходе суммативного оценивания на основе тех же дескрипторов.

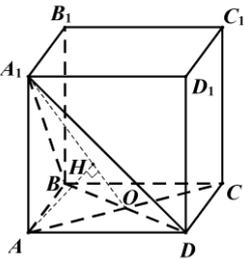
Поскольку математические задачи зачастую могут быть решены несколькими способами и с использованием различных методов, данная технология включает в себя этап уточнения дескрипторов и разработки альтернативных дескрипторов. В ходе специально организованного учебного исследования [12] обучающиеся находят новые решения данной задачи и разрабатывают соответствующие дескрипторы, при этом, сравнивая различные способы решения, выделяют наиболее рациональные из них, а также указывают самые сложные и трудоемкие. В этот момент реализуются внутрипредметные связи, способствующие целостному восприятию учебного материала по математике. Таким образом, дескриптор из инструмента контроля постепенно превращается в средство организации исследовательской деятельности обучающихся.

Приведем пример реализации описанного подхода при обучении решению задач на нахождение расстояния от точки до плоскости. Известно, что задачи на вычисление расстояний в пространстве вызывают у обучающихся определенные трудности в их решении. В типовой учебной программе цель решения таких задач формулируется следующим образом: уметь находить расстояние от точки до плоскости. Соответственно критерий оценивания: нахождение расстояния от точки до плоскости.

Задача. В кубе с ребром 1, найдите расстояние от вершины до плоскости, проведенной через концы трех ребер куба, выходящих из этой вершины.

В процессе решения данной задачи учащиеся выделяют основные шаги решения и формулируют соответствующие дескрипторы (таблица 1).

Таблица 1. Дескрипторы к задаче

Шаги решения задачи	Дескрипторы
 <p>Дано: $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ – куб, $AB=1$. Найти: $\rho(A, A_1 BD)$.</p>	<p>Делает чертеж к задаче, выделяет условие и требование задачи.</p>
<p>1) $AA_1 \perp (ABC)$ (по свойству куба), $BD \subset (ABC) \textcircled{R} BD \perp AA_1$ (по определению перпендикулярности прямой и плоскости); 2) $BD \cap AC = \{O\}$; $BD \perp AO$ (по свойству диагоналей в квадрате), $BD \perp AA_1 \textcircled{R} BD \perp (AA_1 O)$ (по признаку перпендикулярности прямой и плоскости); 3) Проведем $AH \perp A_1 O$; $AH \subset (AA_1 O)$, $BD \perp (AA_1 O) \textcircled{R} AH \perp BD$ (по определению перпендикулярности прямой и плоскости); 4) $AH \perp A_1 O$, $AH \perp BD \textcircled{R} AH \perp (BA_1 D)$ (по признаку перпендикулярности прямой и плоскости) $\textcircled{R} \rho(A, A_1 BD) = AH$.</p>	<p>Определяет отрезок AH, длина которого равна искомому расстоянию. Доказывает, что этот отрезок перпендикулярен данной плоскости, используя теоремы стереометрии.</p>
<p>5) $AA_1 = 1$; $AO = \frac{1}{2} AC = \frac{\sqrt{2}}{2}$; $A_1 O = \sqrt{AA_1^2 + AO^2}$; $A_1 O = \sqrt{1^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{6}}{2}$</p>	<p>Выполняет предварительные вычисления, используя теоремы планиметрии и стереометрии.</p>
<p>6) $S_{A_1 AO} = \frac{1}{2} \cdot AA_1 \cdot AO$, $S_{A_1 AO} = \frac{1}{2} \cdot AH \cdot A_1 O \textcircled{R} AA_1 \cdot AO = AH \cdot A_1 O \textcircled{R}$</p>	<p>Находит длину отрезка AH как высоту треугольника AOA_1, выражая площадь треугольника AOA_1 двумя</p>

$\textcircled{R} \quad AH = \frac{AA_1 \cdot AO}{A_1O}, \quad AH = \frac{1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{\sqrt{6}}{2}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ $\textcircled{R} \quad \rho(A, A_1BD) = AH = \frac{\sqrt{3}}{3}$ <p>Ответ: $\rho(A, A_1BD) = \frac{\sqrt{3}}{3}$.</p>	<p>способами и приравнивая эти выражения. Записывает ответ задачи.</p>
---	--

Альтернативные дескрипторы для данного класса задач могут быть разработаны и в ходе поиска других способов решения (таблица 2) или на основе использования различных методов решения геометрических задач (таблица 3). К примеру, при изучении тем «Прямоугольная система координат и векторы в пространстве», «Объемы тел» задача может быть решена координатным методом, векторным методом или методом объемов.

Таблица 2. Альтернативные дескрипторы к задаче на основе различных способов решения

<i>Делает чертеж к задаче, выделяет условие и требование задачи.</i>			
<i>Определяет отрезок AH, длина которого равна искомому расстоянию. Доказывает, что этот отрезок перпендикулярен плоскости, используя теоремы стереометрии.</i>			
<i>Выполняет предварительные вычисления, используя теоремы планиметрии и стереометрии.</i>			
<i>Находит длину отрезка AH, используя теорему Пифагора.</i>	<i>Находит длину отрезка AH, используя подобие треугольников.</i>	<i>Находит длину отрезка AH, используя определение синуса острого угла прямоугольного треугольника.</i>	<i>Находит длину отрезка AH как высоту треугольника, выражая площадь треугольника двумя способами и приравнивая эти выражения (использует метод площадей).</i>

Таблица 3. Альтернативные дескрипторы к задаче на основе использования различных методов решения

Метод объемов	Векторный метод	Координатный метод
<i>Делает чертеж к задаче, выделяет условие и требование задачи</i>		
<i>Отмечает, что расстояние от точки до плоскости равно длине высоты AH пирамиды.</i>		<i>Вводит прямоугольную декартову систему координат и определяет координаты вершин куба.</i>
<i>Выполняет предварительные вычисления, используя теоремы планиметрии и стереометрии.</i>	<i>Выражает векторы \vec{AH} и \vec{AC}_1 через векторы \vec{AD}, \vec{AB}, \vec{AA}_1 и делает вывод, что $\vec{AH} = \frac{1}{3} \vec{AC}_1$.</i>	<i>Составляет общее уравнение плоскости по трем точкам.</i>
<i>Находит длину отрезка AH как высоту пирамиды, выражая объем пирамиды двумя способами и приравнивая эти выражения.</i>	<i>Находит $AH = \frac{1}{3} AC_1$, используя для вычисления AC_1 обобщенную теорему Пифагора.</i>	<i>Находит расстояние от точки до плоскости по формуле.</i>

Следует отметить, что применение представленной технологии способствует вовлечению обучающихся в проектирование процесса оценивания, формированию представления о том, каким образом их оценивают, а также развитию навыка оценивания своих учебных достижений. В ходе составления дескрипторов и их использования при самооценивании и взаимном оценивании обучающиеся составляют соответствующий алгоритм и приобретают навыки решения задачи. Таким

образом, технология критериального оценивания позволяет задействовать в процессе обучения потенциал математики как науки и учебного предмета. В свою очередь, использование особенностей математики дает возможность усилить дидактический эффект критериального оценивания за счет организации деятельности, присущей математике, в частности алгоритмизации, рассмотренной в данной статье.

Исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант №АР08956027 «Инновационные подходы к оцениванию учебных достижений обучающихся в условиях обновления содержания математического образования»)

Список использованной литературы:

- 1 Lok B., McNaught C., Young K. *Criterion-referenced and norm-referenced assessments: compatibility and complementarity // Assessment & Evaluation in Higher Education*. 2016. Vol. 41(3). – P. 450-465.
- 2 Абекова Ж. А., Оралбаев А. Б., Ермаханов М.Н., Джакипова А.С. Совершенствование учебного процесса при критериальном оценивании, его главные преимущества и особенности // *Успехи современного естествознания*. – 2015. – № 5. – С. 295-296.
- 3 Григоренко О. В., Рванова А. С., Шмигирилова И. Б. Проблемы внедрения критериального оценивания в школьную практику // *Сибирский учитель*. 2020. № 2 (129). С. 13-19.
- 4 Sadler D. *Interpretations of criteria-based assessment and grading in higher education // Assessment & Evaluation in Higher Education*. – 2005. – № 30 (2) – P. 175-194.
- 5 Clarke Sh. *Outstanding Formative Assessment: Culture and Practice*. – London: Hodder Education, 2014. – 208 p.
- 6 Авдарсол С. Оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастырудағы критериалды бағалаудың рөлі // *Абай атындағы ҚазҰПУ-нің Хабаршысы, «Физика-математика ғылымдары» сериясы*. – 2018. – № 2 (62) – Б. 181-187.
- 7 Заурбекова Н. Д., Нышан А. Б. Физиканы оқытуда критериалды бағалау жүйесін қолдану // *Абай атындағы ҚазҰПУ-нің Хабаршысы, «Физика-математика ғылымдары» сериясы*. – 2019. – № 1 (65) – Б. 136-142.
- 8 Соколова Е. В. Конструирование диагностических заданий в условиях критериального оценивания достижений учащихся в изучении школьного курса геометрии // *Преподаватель XXI век*. – 2016. – № 4. – С. 277-287.
- 9 *Руководство по критериальному оцениванию для учителей основной и общей средней школ: Учебно-метод. пособие / Под ред. О.И. Можсаевой, А.С. Шилибековой, Д.Б. Зиеденовой*. – Астана: АОО «Назарбаев Интеллектуальные школы», 2016. – 56 с.
- 10 *Методические рекомендации по суммативному оцениванию по предмету «Геометрия» 10 класс (естественно-математическое направление)*. – Нур-Султан, 2019. – 21 с.
- 11 Темербекова А. А., Чугунова И. В., Байгонакова Г. А. *Методика обучения математике: Учебное пособие*. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 512 с.
- 12 Шмигирилова И. Б., Рванова А. С. Организация учебных исследований по математике в условиях критериального оценивания // *Вестник национального женского педагогического университета*. – 2019. – № 4. – С. 93-98.

References

- 1 Lok B., McNaught C., Young K. (2016) *Criterion-referenced and norm-referenced assessments: compatibility and complementarity*. *Assessment & Evaluation in Higher Education*. Vol. 41(3). 450-465. (In English)
- 2 Abekova Zh. A., Oralbaev A. B., Ermahanov M.N., Dzhakipova A.S. (2015) *Sovershenstvovanie uchebnogo processa pri kriterial'nom ocenivanii, ego glavnye preimushhestva i osobennosti [Improving the educational process in criteria-based assessment, its main advantages and features]*. *Uspеhi sovremennogo estestvoznaniya*. № 5. 295-296. (In Russian)
- 3 Grigorenko O. V., Rvanova A. S., Shmigirilova I. B. (2020) *Problemy vnedreniya kriterial'nogo ocenivaniya v shkol'nuju praktiku [Problems of introducing criteria-based assessment into school practice]*. *Sibirskij uchitel'*. № 2 (129). 13-19. (In Russian)
- 4 Sadler D. (2005) *Interpretations of criteria-based assessment and grading in higher education*. *Assessment & Evaluation in Higher Education*. № 30 (2). 175-194. (In English)
- 5 Clarke Sh. (2014) *Outstanding Formative Assessment: Culture and Practice*. London: Hodder Education. (In English)
- 6 Avdarsol' S. (2018) *Okushylardyn funktsionaldyk sauatylygyn kalyptastyrudagy kriterialdy bagaladyn roli [The role of criterion-based assessment in the formation of functional literacy of students]*. *Abaj atyndagy KazUPU-nin Habarshysy, «Fizika-matematika gylmdary» serijasy*. № 2 (62). 181-187. (In Kazakh)

7 Zaurbekova N. D., Nyshan A. B. (2019) *Fizikany okytuda kriterialdy bagalau zhujesin koldanu [application of the criterion-based assessment system in teaching physics]. Abaj atyndagy KazUPU-nin Habarshysy, «Fizika-matematika gylymdary» serijasy. № 1 (65). 136-142. (In Kazakh)*

8 Sokolova E. V. (2016) *Konstruirovaniye diagnosticheskikh zadaniy v usloviyakh kriterial'nogo ocenivaniya dostizheniy uchashhihsya v izuchenii shkol'nogo kursa geometrii [Design of diagnostic tasks in the conditions of criteria-based assessment of students' achievements in the study of the school course of geometry]. Prepodavatel' XXI vek. № 4. 277-287. (In Russian)*

9 O.I. Mozhaevoy, A.S. Shilibekovoy, D.B. Ziedenovoy. (2016) *Rukovodstvo po kriterial'nomu ocenivaniyu dlja uchitelej osnovnoj i obshhej srednej shkol: Uchebno-metod. posobie [Guide to criteria-based assessment for teachers of primary and general secondary school: Educational method. stipend] Pod red. Astana: AOO «Nazarbaev Intellektual'nye shkolы». 56. (In Russian)*

10 (2019) *Metodicheskie rekomendacii po summativnomu ocenivaniyu po predmetu «Geometriya» 10 klass (estestvenno-matematicheskoe napravlenie) [Methodological recommendations for summative assessment on the subject "Geometry" grade 10]. Nur-Sultan. 21. (In Russian)*

11 Temerbekova A. A., Chugunova I. V., Bajgonakova G. A. (2015) *Metodika obuchenija matematike: Uchebnoe posobie. [Methods of teaching mathematics: Training manual] SPb.: Izdatel'stvo «Lan'». 512. (In Russian)*

12 Shmigirilova I. B., Rvanova A. S. (2019) *Organizacija uchebnyh issledovaniy po matematike v usloviyakh kriterial'nogo ocenivaniya [Organization of educational research in mathematics in the conditions of criteria-based assessment]. Vestnik nacional'nogo zhenskogo pedagogicheskogo universiteta. № 4. 93-98. (In Russian)*