

RU

Формирование профессиональных компетенций студентов – будущих учителей математики посредством использования заданий с ошибками в готовых решениях

Артемьева С. В.¹, к. физ.-мат. н., доц.; Курьякова Т. С.²^{1,2} Иркутский государственный университет

Аннотация. В статье изложены результаты изучения профессиональных компетенций студентов – будущих учителей математики. Описаны особенности формирования профессиональных компетенций у студентов педагогических вузов во время изучения дисциплины «Методика обучения математике» посредством реализации в учебном процессе вуза заданий с ошибками в готовых решениях. Продемонстрирована поэтапная технология использования заданий с ошибками в готовых решениях для формирования ключевых профессиональных компетенций, что определяет новизну проведенного исследования. Основной акцент сделан на обоснование эффективности применения заданий с ошибками в готовых решениях при формировании профессиональных компетенций будущих учителей математики.

Ключевые слова и фразы: формирование профессиональных компетенций; дескрипторы компетенций; подготовка будущих учителей математики; этапы учебной деятельности; задания с ошибками в готовых решениях.

EN

Formation of Future Mathematics Teachers' Professional Competences Using Error Correction Tasks

Artem'eva S. V.¹, PhD; Kur'yakova T. S.²^{1,2} Irkutsk State University

Abstract. The article presents results of studying the techniques to form future Mathematics teachers' professional competences. The authors describe the process of forming pedagogical students' professional competences using error correction tasks within the framework of the discipline "Methodology of Teaching Mathematics". Stage-by stage methodology of using error correction tasks to form the key professional competences is proposed, which determines originality of the study. Special attention is paid to justifying the efficiency of error correction tasks when forming future Mathematics teachers' professional competences.

Key words and phrases: forming professional competences; competence descriptors; training future Mathematics teachers; stages of educational activity; error correction tasks.

Введение

В настоящее время образовательными организациями обоснована необходимость формирования профессиональных компетенций в рамках компетентного подхода. Описаны теоретические основы формирования компетенций (в том числе специалистов – будущих учителей математики) и возможности реализации требований профессиональных стандартов обучения профильным дисциплинам [2; 6-10]. В частности, выделены и расклассифицированы профессиональные компетенции (ключевые, базовые, профильные), описаны возможности их формирования в рамках отдельных учебных дисциплин. При этом немаловажно, что на основе практического опыта внедрения компетентного подхода в высшей школе стало возможным формировать ряд показателей (обобщенных характеристик оценивания компетенций), критериев-дескрипторов (признаков для оценки уровня сформированности компетенций) и шкал оценки сформированности компетенций [1].

E-mail: ¹ artemeva_s@mail.ru, ² tat_ser_kur@mail.ru

Научная статья (original article). Дата поступления рукописи (received): 25.11.2019; опубликовано онлайн (published online): 12.03.2020
УДК 378.147 | <https://doi.org/10.30853/pedagogy.2020.1.4>

© 2020 Авторы. ООО Издательство «Грамота» (© 2020 The Authors. GRAMOTA Publishers). Статья открытого доступа. Распространяется в соответствии с лицензией CC BY 4.0 (open access article under the CC BY 4.0 license): <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

В то же время насущным остается вопрос выбора и разработки *педагогических средств* формирования профессиональных компетенций. Этим обуславливается *актуальность* настоящего исследования, в котором описаны возможности использования заданий с ошибками в готовых решениях как средства развития профессиональных компетенций студентов – будущих учителей математики (направление 44.03.05 «Педагогическое образование») при изучении содержания дисциплины «Методика обучения математике».

Наполнение содержания этапов внедрения заданий с ошибками в готовых решениях, описание уровней формирования ключевого дескриптора, характеризующего профессиональные компетенции, и разработка и описание самих заданий с ошибками в готовых решениях обуславливают *научную новизну* проведенного исследования.

Цель исследования заключалась в выявлении эффективности применения заданий с ошибками в готовых решениях при формировании профессиональных компетенций будущих учителей математики.

В соответствии с целью перед нами стояли *задачи*: изучить существующие средства формирования профессиональных компетенций в педагогических вузах; выявить особенности поэтапного формирования профессиональных компетенций; экспериментально проверить эффективность применения разработанных заданий с ошибками в готовых решениях при формировании профессиональных компетенций будущих учителей математики.

Основная часть

Под *заданиями с ошибками в готовых решениях* мы понимаем оформленные и представленные для анализа готовые решения задач школьного курса математики (в ходе выполнения которых допустил ошибку обучающийся – школьник, которому такое задание предлагалось заранее) [1; 4]. В рамках исследования был проведен анализ возможностей интеграции дисциплин «Элементарная математика» и «Методика обучения математике», целью которого становилось выявление наиболее удачных временных рамок, когда содержание, изученное на занятиях по элементарной математике, подвергалось критическому осмыслению на занятиях по методике обучения математике посредством внедрения заданий с ошибками в готовых решениях.

Подобная деятельность соотносится с требованиями учебного плана по направлению 44.03.05 «Педагогическое образование» профиля «Математика – Дополнительное образование» в Иркутском государственном университете, предусматривающего формирование у студентов – будущих учителей математики в рамках изучения дисциплин «Методика обучения математике» и «Элементарная математика» таких специальных профессиональных компетенций (СПК), как:

- СПК 1: «владеет основными положениями фундаментальных и прикладных разделов математики»;
- СПК 2: «способен понимать общую структуру математического знания, взаимосвязь между различными разделами математики, владеет системой основных математических структур»;
- СПК 4: «владеет методологией и методикой построения математических методов решения теоретических и практических задач».

В рамках авторского подхода к выделению показателей и дескрипторов формирования перечисленных профессиональных компетенций опишем один из ключевых *дескрипторов* (с учетом дескрипторного состава): «умение критически оценивать данные, анализировать проблемную ситуацию как систему, отыскивать проблему и содержательно аргументировать ее суть».

На *базовом (начальном) уровне* формирования компетенций дескриптор определяется способностью студента распознавать задачную ситуацию, теоретически анализировать возможность совершения ошибки исполнителем (будущим учеником) в зависимости от существенных признаков основных понятий изучаемого раздела, от особенностей осуществляемых стандартных математических учебных действий; способностью формулировать стандартные выводы на основании знания стандартных алгоритмов выполняемых действий для описания математических моделей.

На *продвинутом уровне* дескриптор определяется способностью студента самостоятельно устанавливать характер допущенной ошибки, устанавливать причинно-следственные связи возникновения ошибки, конкретизировать причину, приводить формулировки теоретических положений в соответствие с четко сформулированными целями в стандартных ситуациях; способностью формулировать обобщения (гипотезы) и дедуктивные следствия из суждений, самостоятельно выбирать математические средства для решения конкретных заданных ситуаций.

На *повышенном уровне* дескриптор определяется способностью студента обосновывать и разъяснять характер допущенных ошибок (в том числе при выполнении нестандартных заданий по элементарной математике, а также заданий прикладной направленности), подбирать контрпримеры и самостоятельно определяться с педагогическими условиями по организации деятельности с учеником по устранению ошибки (посредством подбора убедительных примеров для сравнения, классификации заданных ситуаций, убеждающих контрпримеров и примеров, решение которых возможно осуществлять по аналогии).

Система внедрения заданий с ошибками в готовых решениях подразумевает реализацию таких *форм учебной деятельности*, как:

- выполнение индивидуальных проверочных работ, содержащих задания с ошибками в готовых решениях, на разных этапах проведения практических занятий;
- выполнение индивидуальных семестровых заданий по темам разделов «Алгебра» и «Геометрия», содержащих задания с ошибками в готовых решениях;

- выполнение индивидуальных проектов по составлению заданий с ошибками в готовых решениях (по результатам педагогической деятельности во время прохождения педагогических практик);
- выполнение исследовательских проектов по составлению и описанию разновидностей заданий с ошибками в готовых решениях.

На начальном уровне формирования профессиональных компетенций важно ознакомление студентов – будущих учителей математики с классификацией видов ошибок, с которыми они могут сталкиваться в будущей профессиональной деятельности, проверяя и оценивая выполнение заданий (будущими учениками) [3; 5].

Вне зависимости от раздела элементарной математики ошибки могут быть логическими. Их природа – недостаточно развитая логическая культура, сбивчивость мышления, путанность причинно-следственных связей и пр. По факту, многие логически неправильные рассуждения внешне похожи на правильные [4].

Поэтапная технология использования задания с ошибками в готовых решениях для формирования ключевых профессиональных компетенций включает такие этапы учебной деятельности, как:

- эмоционально-мотивационный (принятие обучающимися учебной задачи или ее самостоятельная постановка);
- организационно-деятельностный (осознание цели выполнения учебной задачи, планирование деятельности по поиску ее решения);
- этап эмпирического моделирования (актуализация накопленных знаний и умений по решению учебной задачи, выполнение учебного задания);
- контроль и оценка (объективное оценивание полученных результатов, рефлексия, контроль над выполнением учебной задачи) [8].

Определяя *компетентность* как характеристику профессионала, обладающего соответствующими ключевыми профессиональными компетенциями (включая личностное отношение к выполняемой деятельности и к предмету деятельности), мы характеризуем каждый из этапов учебной деятельности в соответствии с выделенными нами компонентами компетентности, увязывая их с возможностями использования в учебном процессе заданий с ошибками в готовых решениях (см. Таблицу 1).

Таблица 1

Этапы учебной деятельности	Компоненты ключевых компетенций студента – будущего учителя математики	Возможности использования в образовательном процессе заданий с ошибками в готовых решениях
Эмоционально-мотивационный	<ul style="list-style-type: none"> – аккумуляция интереса к определенным аспектам будущей профессиональной деятельности (в частности – к оценочной деятельности); – формирование опыта осуществления оценочной деятельности; – формирование профессиональных личностных качеств (объективности, толерантности, беспристрастности, сопричастности, стремления к сотрудничеству и пр.) 	внедрение заданий с ошибками в готовых решениях, содержание которых убеждает студента – будущего учителя математики в актуальности деятельности подобного рода, содействует созданию атмосферы сопричастности к труду педагога, подчеркивая в том числе общекультурное значение профессии
Организационно-деятельностный	<ul style="list-style-type: none"> – приобретение умений определять цели учебной деятельности; – формирование навыков планирования собственной деятельности; – формирование навыков <i>поиска</i> решения различных учебных задач; – постижение ответственности за результаты собственной деятельности 	использование заданий с ошибками в готовых решениях, требующих знания закономерностей логики, а также специальных знаний (методов и приемов решения задач школьного курса математики, методов поиска решения и пр.)
Этап эмпирического моделирования	<ul style="list-style-type: none"> – актуализация накопленных знаний и умений по решению учебной задачи; – концентрация на выполнении учебного задания; – формирование умений выявлять причинно-следственные связи; – формирование умений самостоятельно корректировать поиск решения учебной задачи и осуществление собственной деятельности 	внедрение заданий с ошибками в готовых решениях, требующих установления и описания причин допущенных ошибок, обоснования тех или иных действий, а также составления плана педагогической работы при выполнении деятельности по устранению выявленных ошибок (при изучении конкретных тем школьного курса математики)
Контроль и оценка	<ul style="list-style-type: none"> – формирование навыка самостоятельно составлять и накапливать банк заданий с ошибками в готовых решениях; – формирование умений делать заключительные выводы; – формирование умений извлекать пользу из полученного опыта; – привитие желания развивать приобретенные навыки (в т.ч. навыки оценочной деятельности) 	<ul style="list-style-type: none"> – самостоятельное формирование «методической копилки», включающей задания с готовыми решениями, содержащими ошибки (по итогам привлечения к деятельности проверки проверочных и контрольных работ однокурсников, по итогам собственной деятельности во время прохождения педагогических практик); – типизация заданий «методической копилки» по видам ошибок

Реализация всех этапов учебной деятельности осуществляется в ходе изучения каждого из разделов дисциплины «Методика обучения математике». При этом тематика заданий задания с ошибками в готовых решениях определяется содержанием разделов:

- в разделе «Формирование понятий» студенты – будущие учителя математики формируют навыки выявления ошибок в определениях понятий (неверно выделенный род понятия, перенасыщенность определения, тавтология и пр.);
- в разделе «Методика работы с теоремой» возможности для поиска ошибок в готовых решениях представлены при работе с различными формами утверждений (в частности, категорические формулировки теорем и формулировки со словами «необходимо» и «достаточно»), при работе с утверждениями логического квадрата, при подборе примеров и контрпримеров и пр.;
- раздел «Поиск решения математической задачи» изобилует импликациями, истинность или ложность которых зависит от набора начальных условий, также широкий спектр для поиска ошибок в готовых решениях представляют выполненные обучающимися работы, в которых реализован восходящий, нисходящий анализ и метод от противного;
- при изучении особенностей содержательных линий школьного курса математики, в частности линии тождественных преобразований, банк заданий составлен с учетом типовых ошибок, допускаемых при проведении преобразований (неверное раскрытие скобок, приведение подобных слагаемых, осуществление ложной аналогии, проведение преобразований, приводящих к сужению или к расширению области допустимых значений переменной, а следовательно, к потере или к появлению посторонних решений и пр.);
- при изучении линии уравнений и неравенств упражнения с ошибками в готовых решениях содержат задания от таких, в которых некорректно найдена область допустимых значений переменной, до нерациональных действий решающего, неэквивалентной замены переменных, некорректного формирования ответа и пр.;
- линия изучения свойств геометрических фигур и тел, а также линия величин обязательно сопровождается внедрением заданий по поиску ошибок в некорректных формулировках обучающихся (касаемо единиц измерения и мер величин), неверных построений на геометрических чертежах и неверных выводов при изучении описаний свойств геометрических фигур;
- методика обучения разделу «Алгебра и начала математического анализа» сопровождается внедрением заданий прикладного характера (предоставление обучающимся готовых решений по результатам проведения практических работ и пр.);
- отдельные возможности предоставляются темой «Параметры», содержание которой позволяет осуществлять систематизацию умений и навыков обучающихся, комплексно подходить к анализу готовых решений, используя весь предыдущий опыт подобной деятельности.

Приведем пример задания с ошибками в готовом решении, предлагаемого студентам при изучении нюансов содержания линии уравнений и неравенств (в частности, для отработки распознавания ситуаций возникновения посторонних решений или потери корней).

Задание. Обосновать ошибку в решении примера одним из учеников 11 класса (т.е. обосновать – на каком из шагов приведенного решения допущена ошибка и с чем она связана). Привести верное решение и ответ.

Решить неравенство:

$$\frac{\left(\frac{1}{2^x - 2} \right) (7 - x)}{(x - 2)(x + 3)} \leq 0.$$

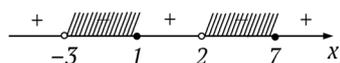
Решение (приведенное одним из одиннадцатиклассников):

Найдем О.Д.З.: $x \neq -3$, $x \neq 0$, $x \neq 2$.

Применяем метод интервалов (находим «нули» числителя и знаменателя, отмечаем их на числовой оси и определяем знаки на промежутках с учетом О.Д.З.):

$$\begin{cases} \frac{1}{2^x - 2} = 0 \\ 7 - x = 0 \\ x - 2 \neq 0 \\ x + 3 \neq 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{x} = 1 \\ x = 7 \\ x \neq 2 \\ x \neq -3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{x} = 1 \\ x = 7 \\ x \neq 2 \\ x \neq -3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 1 \\ x = 7 \\ x \neq 2 \\ x \neq -3 \end{cases}.$$

Наносим точки на числовую ось (с учетом О.Д.З.), определяем знаки на промежутках; выбираем промежутки, удовлетворяющие требованию неравенства.



Ответ: $x \in (-3; 1] \cup (2; 7]$.

Обсуждение ответа на вопрос предполагает поиск решения, при котором будет найден неучтенный «нуль» выражения, приведший как к потере корней, так и к появлению посторонних решений.

Во время осуществления оценочной деятельности при оценке готовых решений нередко проявляется творческий потенциал студента, выступающего с инициативой проведения самостоятельного учебного исследования по нюансам той или иной темы школьного курса математики. В этом прослеживается также и повышение мотивации к изучению методов и приемов элементарной математики, закономерностей методики обучения математики.

Выполнение подобной деятельности (с учетом специфики построения учебного плана в педагогическом вузе) возможно, начиная со второго полугодия второго курса подготовки будущих учителей математики. В это время накоплен определенный резерв знаний и умений по элементарной математике и уже изучены первые понятия методики обучения математики. Немаловажно, что в это время также осуществляется деятельность по систематизации методов и примеров решения задач школьного курса математики в соответствии с разделами (арифметика, алгебра, планиметрия, стереометрия, алгебра и начала анализа).

В ходе выполнения заданий с ошибками в готовых решениях математические модели перестают носить для студента абстрактный характер, правила построения логических цепочек рассуждений приобретают практико-ориентированную направленность, начинает распознаваться рациональность или нерациональность решения той или иной математической задачи, что само по себе несет большой потенциал для дальнейшего обучения.

Заключение

Результаты статистических исследований, проводимых в период с 2016 по 2019 гг., позволили прийти к выводам: применение заданий с ошибками в готовых решениях содействовало положительной динамике студентов – будущих учителей математики по двум основным показателям:

- успешность осуществления оценочной деятельности в ходе прохождения педагогических практик (на разных этапах обучения);
- повышение математической грамотности решения задач (посредством осуществления предварительного анализа ситуации, допускающей возникновение ошибки).

Было установлено, что задания с ошибками в готовых решениях на занятиях по методике обучения математике, являясь средством формирования профессиональных компетенций будущего педагога, содействуют тесной взаимосвязи педагогической, методической и психологической структур педагогического процесса. В частности, способствуют:

- осмыслению предметной информации, усвоению возможно сложных закономерностей (до этого имеющих лишь абстрактную, теоретическую значимость);
- усилению мотивации к изучению нюансов элементарной математики;
- динамике активности студентов, спаду нервно-психического напряжения (ввиду того, что, оценивая задания с готовыми решениями, будущие педагоги перестают играть роль «оцениваемого», а занимают позицию «оценивающего»);
- погружению в один из важнейших аспектов будущей профессиональной деятельности.

Список источников

1. Артемьева С. В., Курьякова Т. С. О формировании специальной предметной компетенции при изучении дисциплины «Математический анализ» студентами – будущими учителями математики // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 11 (65). Ч. 2. С. 71-76.
2. Банникова Т. М., Леонов Н. И. Математическая компетентность бакалавра математики как основа его профессиональной компетентности // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия «Педагогика, психология». 2011. № 3 (6). С. 43-46.
3. Блинова Т. Л., Запрудина И. А. Предупреждение ошибок при решении тригонометрических уравнений на ЕГЭ // Математика в школе. 2015. № 7. С. 21-24.
4. Брадис В. М., Минковский В. Л., Харчева А. К. Ошибки в математических утверждениях. М.: Учпедгиз, 1959. 176 с.
5. Далингер В. А. Типичные ошибки по математике на вступительных экзаменах и как их не допускать. Омск: Изд-во Омского ИУУ, 1991. 129 с.
6. Иляшенко Л. К., Мешкова Л. М. Понятийное поле компетентностного подхода: компетентность, компетенции, математическая компетентность, профессиональная компетентность // Глобальный научный потенциал. 2014. № 3 (36). С. 15-19.
7. Нагибина Н. А., Ипполитова Н. В. Методическая компетентность как составляющая профессиональной компетентности педагога // Наука и школа. 2013. № 3. С. 44-46.
8. Темняткина О. В. Ключевые компетенции: проблемы проектирования в контексте деятельностного подхода в образовании // В творческом поиске: сб. науч.-практ. ст. Екатеринбург: ИРПО, 2004. С. 27-33.
9. Федотова Е. Л. Организация образовательного взаимодействия преподавателя и студентов в условиях вуза // Современные проблемы профессионального образования: опыт и пути решения: материалы Второй всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Иркутск: Иркутский государственный университет путей сообщения, 2017. С. 508-511.
10. Юдина Ю. Г., Ким Е. А. Компетентности педагога для обеспечения становления учебно-предметных компетентностей учеников // В мире научных открытий. 2010. № 4 (10). Ч. 6. С. 148-149.