

УДК 378.14

DOI: 10.26795/2307-1281-2021-9-1-6

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ У СТУДЕНТОВ НОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ ЗАДАНИЙ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ В РАМКАХ МОДУЛЬНОГО ПОДХОДА

*Е. Н. Перевощикова<sup>1</sup>, А. В. Бычков<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина  
(Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** В статье выделены методические аспекты подготовки будущего учителя математики к разработке заданий для учащихся, приведены различные приемы включения студентов в деятельность по разработке заданий на этапе формализации реальной ситуации, раскрыты особенности построения образовательного модуля, направленного на формирование у студентов компетенций по разработке заданий для этапа формализации при решении задач. В статье раскрыты этапы формирования действий, входящих в состав моделирования, и составления на их основе адекватных упражнений.

**Материалы и методы.** В основу исследования положены системный подход, позволяющий рассматривать процесс обучения как систему, направленную на методическую подготовку студентов к конструированию заданий на формирование у школьников умения моделировать; деятельностный подход обеспечивает поэтапное формирование действий, входящих в состав моделирования; модульный подход, обеспечивающий построение образовательного модуля по формированию у будущих учителей математики новых компетенций по конструированию заданий, направленных на формирование у школьников действий моделирования; компетентностный подход, на базе которого выявляются методические основы формирования у студентов новых компетенций.

**Результаты исследования.** Установлено, что процесс методической подготовки будущих учителей к разработке заданий для учащихся должен быть построен с учетом специфики будущей профессиональной деятельности; структуру практических занятий в рамках образовательного модуля следует выстраивать в соответствии с деятельностным подходом, обеспечивающим поэтапное формирование действий, входящих в состав моделирования. Организация работы студентов по анализу структуры и содержания заданий, представленных в работах отечественных и международных исследователей, позволит включать студентов в работу по выделению состава действий, необходимых для решения практико-ориентированных задач, по отбору ситуаций, для формализации которых необходимы математические знания и умения моделировать, для конструирования фабулы практико-ориентированных задач. Выделены приемы организации деятельности обучающихся на мотивационном и содержательном этапах, приведены примеры построенных заданий.

**Обсуждение и заключения.** В статье обсуждаются этапы выявления действий, входящих в состав формализации в процессе анализа реальных ситуаций, формулируются приемы включения студентов в деятельность по составлению условий задачи и по формулировке

различных вопросов для школьников, позволяющих включить их в составление содержательной и математической модели ситуации, представленной в задаче. Вывод, сформулированный в статье, состоит в том, что в процессе формирования новых компетенций у будущих учителей математики необходимо организовать их деятельность по выделению совокупности действий, входящих в состав моделирования, и к составлению фабулы и вопросов к практико-ориентированной задаче на основе выделенных действий.

*Ключевые слова:* модернизация образовательного процесса, образовательный модуль, этапы математического моделирования.

**Для цитирования:** Перовошикова Е.Н., Бычков А.В. Методические аспекты формирования у студентов новых компетенций по разработке заданий для учащихся в рамках модульного подхода // Вестник Мининского университета. 2021. Т. 9, №1. С.6.

## METHODOICAL ASPECTS OF THE FORMATION OF NEW COMPETENCIES IN STUDENTS FOR THE DEVELOPMENT OF TASKS FOR STUDENTS WITHIN THE FRAMEWORK OF A MODULAR APPROACH

*E. N. Perevoshchikova<sup>1</sup>, A. V. Bychkov<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University (Minin University),  
Nizhny Novgorod, Russian Federation*

### ABSTRACT

**Introduction.** The article highlights the methodical aspects of preparing a future teacher of mathematics for the development of assignments for students, presents various methods of involving students in the activity of developing assignments at the stage of formalization of a real situation, reveals the features of building an educational module aimed at formation of students' competencies in developing tasks for the formalization stage when solving tasks. The article reveals the stages of formations of actions that are part of the modeling, and drawing up adequate exercises on their basis.

**Materials and Methods.** The study is based on a systematic approach that allows us to consider the learning process as a system aimed at the methodological preparation of students for the design of tasks for the formation of schoolchildren's ability to model; the activity approach provides a phased formation of the actions that are part of the modeling; a modular approach that ensures the construction of an educational module for the formation of new competencies in the design of tasks in future mathematics teachers, aimed at the formation of modeling actions in schoolchildren; a competence-based approach, on the basis of which the methodical foundations of the formation of new competencies in students are identified.

**Results.** It was found that the process of methodical preparation of future teachers for the development of assignments for students should be built taking into account the specifics of future professional activities; the structure of practical lessons within the educational module should be built in accordance with the activity approach, which ensures the gradual formation of the actions that are part of the modeling. The organization of students' work on the analysis of the structure and content of tasks presented in the works of domestic and international studies, will allow students to

be included in the work on identifying the composition of actions necessary to solve practice-oriented tasks, on the selection of situations, for the formalization of which mathematical knowledge and skills are needed to model, for constructing the plot of practice-oriented tasks. The methods of organizing the activities of students at motivational and content stages are highlighted, examples of constructed tasks are given.

**Discussion and Conclusions.** The article discusses the stages of identifying the actions that are part of the formalization in the process of analyzing real situations, formulates methods for including students in the activity of drawing up the conditions of the problem and formulating various questions for schoolchildren, allowing them to be included in the compilation of a meaningful and mathematical model of the situation presented in task. The conclusion formulated in the article is that in the process of forming new competencies in future mathematics teachers, it is necessary to organize their activities for the selection of a set of actions that make up the modeling and to drawing up a plot and questions for a practice-oriented task based on the selected actions.

*Keywords:* modernization of the educational process, educational module, stages of mathematical modeling.

**For citation:** Perevoschikova E.N., Bychkov A.V. Methodical aspects of the formation of new competencies in students for the development of tasks for students within the framework of a modular approach // Vestnik of Minin University. 2021. Vol. 9, no. 1. P.6.

## Введение

В рамках данной статьи предполагается раскрыть методические аспекты формирования у будущих учителей математики компетенций по созданию заданий для обучения школьников моделированию, рассмотреть различные приемы формирования у обучаемых действий, входящих в состав моделирования, и конструирования на их основе практико-ориентированных заданий. Раскрыть особенности конструирования образовательного модуля, направленного на формирование у студентов компетенций по разработке заданий для этапа формализации при решении задач.

## Теоретические основы исследования

В основу исследования положен системный подход, позволяющий рассматривать процесс обучения как систему, цель которой состоит в методической подготовке студентов к конструированию заданий на формирование у школьников умения моделировать. Содержательный компонент этой системы определяется совокупностью задач, связанных с действием моделирования, решение и анализ которых позволит в процессе обучения выделить структуру и содержание практико-ориентированных заданий, выстроить рекомендации по их использованию при обучении математике. Процессуальный и результативный компоненты системы включают приемы мотивации обучающихся на разных этапах составления задач и определяются содержанием формируемой компетенции по составлению задач для обучения школьников моделированию реальных ситуаций [40]. Деятельностный подход, принятый в исследовании, позволяет выделить условия поэтапного формирования действий, входящих в состав моделирования [2, 13, 16, 26, 30].

В формулировке темы статьи обозначены не только методические аспекты формирования у студентов новых компетенций по разработке заданий для учащихся, но и условия реализации такой подготовки в рамках модульного подхода. О преимуществах модульного подхода и модульно-развивающих технологиях в образовании пишут Н.А. Иващенко, Е.И. Казакова, Д.С. Ермаков и др. [8, 19]. Очевидно, что связь между выделенными понятиями может быть реализована посредством разработки содержания соответствующих модулей и их включения в учебные планы подготовки бакалавров педагогического образования. Такие учебные планы подготовки бакалавров, построенные на основе модульного подхода, разработаны в Нижегородском государственном педагогическом университете [15, 21], что послужило основанием для обновления содержания одного из модулей посредством ориентации образовательного процесса на выявление и изучение проблем качества математической подготовки школьников.

### Методология исследования

Проблемы модернизации образовательного процесса в педагогическом вузе напрямую связаны с совершенствованием основных профессиональных образовательных программ. Решение этой задачи в процессе подготовки бакалавров по направлению «Педагогическое образование» осуществляется на основе развития единого учебно-методического пространства педагогического университета и предполагает регулярное обновление содержания образовательных программ. Обновление содержания диктуется, с одной стороны, необходимостью следовать Профессиональному стандарту [23] и современным требованиям ФГОС ВО по формированию у студентов системного и критического мышления, самоорганизации и саморазвития, коммуникативных умений и умения разрабатывать проекты [28]. С другой стороны, наполнение содержания образовательных программ по профилю «Математика и Информатика» продиктовано необходимостью ориентации подготовки будущего учителя математики на достижения мировой науки в сфере образования, на изучение и анализ отечественных и международных исследований качества математической подготовки школьников [10, 22, 25]. Так, С.А. Поликарпов, анализируя результаты опроса преподавателей математических кафедр, отмечает, что, по мнению 44% опрошенных преподавателей, «подготовка в вузе в незначительной мере готовит учителей математики к выполнению таких трудовых действий, как формирование способности к постижению основ математических моделей реального объекта или процесса, готовности к применению моделирования для построения объектов и процессов, определения или предсказания их свойств» [20, с. 84]. Необходимость совершенствования содержания образования отмечается в международной программе по оценке образовательных достижений учащихся [12], в исследованиях проблемы качества образования [14], в рамках международных и всероссийских конференций, посвященных проблемам моделирования [6, 8].

Специалисты в области математического образования, ссылаясь на невысокие результаты российских школьников в исследовании PISA, подчеркивают необходимость и целесообразность обучения школьников моделированию [9, 10], анализируют подходы к определению понятия «математические компетенции» [39]. В работе S. Grover [33] подчеркивается, что первостепенной задачей в процессе подготовки учителя математики является задача по формированию у него вычислительного мышления. В книге M. Niss & W. Blum [35] анализируется состояние преподавания и изучения математического моделирования в теории и практике. В ней раскрывается концептуальная основа

математического моделирования в математическом образовании на всех его уровнях, приводятся ресурсы по включению моделирования в процесс подготовки учителя с дальнейшим применением этих умений в работе с учащимися. О значимости математического моделирования как средства преподавания учебного материала пишут Peter K. Dunn, Margaret F. Marshman [32].

Соглашаясь с приведенными утверждениями, отметим, что учитель должен уметь делать то, чему планирует научить школьников. Этот тезис актуализирует тему нашего исследования и позволяет наметить пути подготовки будущего учителя к составлению задач по формированию у школьников умения моделировать, опираясь на основные положения педагогического моделирования как метода научного познания [11].

Естественным образом возникает вопрос о том, каким образом можно сочетать и интегрировать названные требования в рамках подготовки будущего учителя математики.

Анализ современных подходов к подготовке будущего педагога позволил выделить модульный подход к построению учебных планов и образовательных программ. Модульный учебный план позволяет регулярно обновлять модули, в частности, позволяет включить в него совокупность образовательных модулей, отражающих проблему оценки качества математической подготовки школьников. Реализация такого подхода требует решения важных методических задач по содержательному наполнению образовательных модулей, по оценке сформированности компетенций и места таких модулей в системе методической подготовки бакалавров [15, 18].

При разработке соответствующего модуля по подготовке будущих учителей составлению задач будем опираться на современные идеи по созданию персонализированной модели образования [19, 24]. Авторы и разработчики идеи создания персонализированной модели обучения пишут о необходимости пересмотра и содержания общего образования в пользу углублённого понимания сути предметов. При таком преобразовании содержания важными его компонентами должны стать деятельность и универсальные компетентности. Освоение обновленного содержания, по мнению разработчиков такого подхода, будет осуществляться с использованием форм деятельности, адекватных реальности [24 с. 4]. Особое внимание авторы уделяют разработке учебных заданий, которые должны работать не только на предметное содержание, но и на развитие одной или нескольких универсальных компетентностей (гибких навыков) [24, с. 22]. Выделенные разработчиками группы компетентностей, связанных с организацией и эффективной реализацией собственной деятельности, самостоятельной и коллективной творческой деятельности, связанных с адекватным восприятием и исследованием окружающей действительности, получением знаний [19, 24], отражают составляющие действия, входящих в состав моделирования. В этом смысле названные компетентности должны стать предметом освоения будущего учителя при разработке практико-ориентированных заданий.

Заметим, что для обеспечения непрерывности в процессе реализации модульного подхода в структуру учебного плана подготовки бакалавров могут быть включены несколько образовательных модулей, начиная со второго курса и заканчивая пятым курсом. Такой подход позволит приобщать студентов не только к анализу опыта отечественных измерителей качества, но и к их сопоставлению с международным инструментарием, будет способствовать включению студентов в процесс конструирования собственных заданий для оценки разных аспектов математической подготовки школьников. Однако реальная практика не позволяет реализовать такой подход в полном объеме, поэтому мы выбрали путь разработки образовательного модуля, включенного в структуру учебного плана пятого курса.

Цель этого модуля состоит в создании условий по формированию у студентов умения конструировать задания, направленные на освоение школьниками ключевых действий на этапах формализации и интерпретации в процессе решения практико-ориентированных задач в процессе обучения математике.

По нашему замыслу, в указанный модуль необходимо включить три дисциплины: *компьютерное и математическое моделирование, численные методы и методика обучения математическому моделированию*. Первые две дисциплины направлены на создание условий для изучения теоретических основ компьютерного и математического моделирования и приобретения навыков моделирования в процессе решения математических задач. Дисциплина «Методика обучения математическому моделированию» направлена на формирование умения использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения задач на применение математического моделирования в педагогической деятельности. Именно в рамках данной дисциплины студенты получают возможность самостоятельно конструировать задания для обучения школьников применению метода моделирования. Содержание этой дисциплины определяется включением следующих основных тем: «Международные и отечественные исследования качества математической подготовки школьников»; «Функциональная грамотность, типы задач и критерии оценивания»; «Совокупность действий, входящих в состав моделирования»; «Структура и содержание практико-ориентированных задач». Для включения студентов в самостоятельную деятельность в процессе освоения названного модуля полезно предусмотреть новый формат аттестации по модулю в виде выполнения проекта. Работа над проектом будет завершать изучение модуля, и результаты этой работы могут служить основанием для оценки сформированности соответствующих компетенций и свидетельствовать о степени успешности освоения модуля.

Анализ исследований по проблеме обучения школьников методу математического моделирования [1, 7, 27, 29] показал, что в настоящее время до сих пор недостаточно решена проблема наполнения содержания курса математики заданиями, которые бы способствовали формированию у учащихся умения осуществлять этапы формализации и интерпретации. Несмотря на это обстоятельство, задания практико-ориентированного характера уже включаются в экзаменационные задания для выпускников основной школы. Анализируя такие задания, М.В. Егупова и Ю.В. Мошура обращают внимание не только на погрешности в построении сюжета таких заданий, но и отмечают, что подобные задачи вызывают у школьников затруднения. Одной из причин этого авторы называют незначительную долю задач практического характера в существующих учебниках по математике, тематика которых не отличается разнообразием. Поэтому, пишут авторы, для формирования умений применять математические знания, необходимо, чтобы учитель умел строить задания практико-ориентированного характера на основе существующих задач, не дожидаясь содержательных изменений в учебниках [7, с. 109]. Соглашаясь с этим выводом, заметим, что осуществить подобные преобразования существующих школьных задач может учитель, прошедший соответствующую методическую подготовку по построению заданий и по выявлению действий, лежащих в основе математического моделирования. Применительно к планируемому курсу решение этой проблемы в процессе подготовки будущего учителя к составлению заданий по формированию действий, входящих в процесс моделирования, предполагает погружение студентов в поиск и анализ различных источников, содержащих подобные задачи. В этом смысле анализ тренажеров по геометрии, разработанных Ю.А. Глазковым и М.В. Егуповой [4, 5], представляется важным для обучения студентов

анализу структуры и содержания заданий на построение моделей, для выявления методики использования подобных заданий при обучении математике.

### Результаты исследования

В ходе исследования нами было установлено, что знакомство студентов с задачами на математическое моделирование необходимо начинать с анализа инструментария международного исследования PISA [31, 34, 36, 37, 38, 44, 45]. На этапе актуализации необходимо уточнить цели и задачи этого исследования. Затем с помощью сопоставительного анализа заданий по математике, предложенных в исследовании PISA и в российских учебниках, целесообразно установить проблемы, связанные с формулировками задач в отечественных учебниках и определить дефициты в подготовке российских школьников, выявленные в международном исследовании [25, 37]. Далее необходимо подвести студентов к выводу о том, что в основе всех заданий по выявлению математической грамотности лежат учебные действия, характеризующие этапы формализации, внутримодельного решения и интерпретации, определяющие состав математического моделирования. Таким образом, намечается работа по выявлению и сопоставлению действий, которые, по мнению разработчиков PISA и отечественных ученых, лежат в основе математического моделирования. Списки таких действий представлены в работах «Mathematics framework» [41-43, 45], А.В. Бобровской [1], М.В. Егуповой [7].

Поскольку проведенный нами анализ задач в российских учебниках [3] показал, что внутримодельный этап моделирования в них представлен довольно широко, то в дальнейшем изучение дисциплины «Методика обучения математическому моделированию» можно посвятить анализу и решению задач, в которых ведущими выступают действия на этапах формализации и интерпретации.

### Анализ результатов исследования

Опираясь на полученные результаты исследования, выделим некоторые приемы обучения студентов построению упражнений по формированию действий моделирования.

Для того чтобы школьники освоили все действия, входящие в процесс моделирования при обучении математике, потребуется разработка соответствующих упражнений. Поэтому в процессе подготовки студентов в рамках названного модуля необходимо организовать работу по выявлению специфики построения таких упражнений, ответив на следующие вопросы: как формулируется проблема и условие задачи, где искать источники для выявления проблемы, как формулируются вопросы к заданию, когда и как выявляются формируемые действия и т.п.

На этапе актуализации и мотивации студентов целесообразно использовать прием по анализу информации, представленной обучающимся в виде раздаточного материала. Это могут быть иллюстрации с взаимосвязанными объектами и комментариями к ним или статистическая информация, отражающая некоторые реально существующие процессы. Анализ специально подобранной информации позволяет сформулировать следующий вопрос: какую математическую проблему возможно описать с помощью представленного материала?

Приведем пример. Студентам выдается карточка, на которой изображен цилиндр с закрашенными частями, и пояснения к рисунку 1.

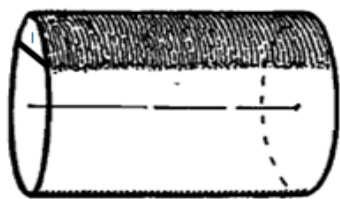


Рисунок 1 / Figure 1

Дачнику нужна бочка объемом не менее 200 литров. Он решил использовать бочку, которая имеется на его дачном участке и имеет форму цилиндра. Но эта бочка лежит на боку и больше половины ее закопана в землю. Над землей видна только закрашенная часть бочки.

Анализ рисунка 1 и пояснений к нему позволяет сформулировать проблему, которую может решать дачник, и соответствующие вопросы, требующие перевода ситуации с естественного языка на математический. Например, для дачника важно понять, можно ли, не выкапывая бочку из земли, установить ее объем? На математическом языке эта ситуация означает решение задачи на вычисление объема цилиндра по данному рисунку. В процессе обсуждения на занятии могут быть сформулированы следующие вопросы.

**Вопрос 1.** Какие измерения необходимо провести дачнику, если у него есть только рулетка и столярный угольник?

**Вопрос 2.** Как установить зависимость радиуса основания бочки от величин, доступных для измерения?

**Вопрос 3.** Каким должен быть радиус основания бочки, чтобы при длине в 1 метр, ее объем был не менее 200 литров?

Таким образом, после формулировки проблемы студенты могут самостоятельно пройти все этапы моделирования для получения требуемого ответа на поставленные вопросы. Для того чтобы студенты осознали выполняемые действия на каждом этапе и были готовы к их формированию у школьников важно в процессе этой работы фиксировать выполняемые действия.

Далее полезно познакомить студентов со списками действий, лежащих в основе процесса моделирования, и составить обобщенный перечень действий. Такой перечень можно использовать на дальнейших практических занятиях для построения условия или формулировки требований при составлении упражнений и задач.

Для активизации деятельности студентов по конструированию заданий можно использовать прием отбора информации по различным источникам. Это могут быть Интернет-сайты, газеты, журналы. Задача студентов состоит в изучении материала и выделении тех опорных фраз и слов, которые позволят объяснить суть проблемы и могут быть использованы при формулировании задачной ситуации.

Такая работа создает условия для того, чтобы студенты получили возможность придумывать сюжеты и с помощью имеющейся информации составлять условия заданий. В ходе подобной работы необходимо обратить внимание студентов на то, что в условии задания должен быть фрагмент мотивационного характера, объясняющий учащемуся, какую проблему он сможет решить с помощью этой задачи [24]. Благодаря отобранным ранее действиям оказывается возможным сформулировать ряд вопросов к сюжету.

Продemonстрируем сказанное на примере, в котором студенты знакомятся с информацией по изготовлению кружевных салфеток, которые применяются для украшения открыток, фотоальбомов, шкатулок. На основе анализа информации об изготовлении салфеток студентам предлагается сделать два ключевых рисунка, сформулировать проблему, с которой может столкнуться человек, и установить необходимые факты, которые



потребуется для её разрешения. На рисунках 2 и 3 приведены возможные варианты требуемых изображений.

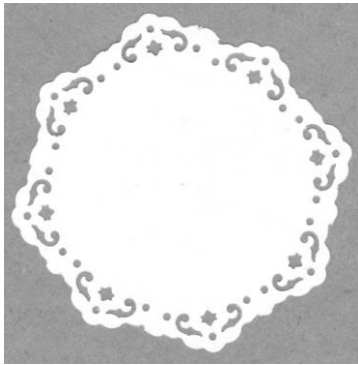


Рисунок 2 – Вид салфетки /  
Figure 2 – Type of napkin

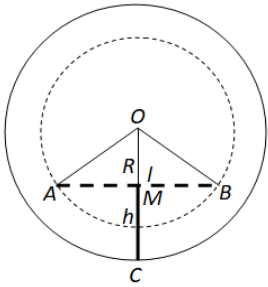


Рисунок 3 – Узор рисунка и дырокол /  
Figure 3 – Pattern and hole punch

В результате совместного обсуждения выбранных рисунков и способа изготовления кружевной салфетки студенты приходят к выводу о том, что в качестве шаблона салфетки можно использовать два концентрированных круга, построенных на плотной бумаге. Учитывая, что с помощью дырокола по кругу необходимо сделать определенное количество узоров, то проблема изготовления салфеток сводится к определению размеров таких кругов, в их зависимости от радиуса. Анализ хода рассуждений, позволяет еще раз обратиться к составленному списку действий, формируемых на этапе формализации.

Осуществляя процесс поиска решения, а также выбирая действия из списка формализации для этой задачи, студенты получают возможность дальнейшего конструирования вспомогательных задач и фиксации соответствующих действий. Приведем фрагмент хода рассуждений в процессе решения этой задачи и выделения действий по формализации.

| Этап решения   | Действие по формализации   |
|--|--|
| <p>Для изготовления салфетки важны форма; размер; число узоров, которое уместится по периметру; размеры самого узора.</p> <p>Выявим значимые переменные.</p> <p>Салфетка представляет собой круг, который задаётся центром и радиусом.</p> <p>Следует учитывать число узоров, которое необходимо уместить по краю салфетки.</p> <p>Для задания размеров самого узора потребуется знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>длину отрезка, соединяющего крайнюю левую и крайнюю правую точки узора по внутреннему кругу;</li> <li>расстояние от крайней нижней точки узора, расположенного на внешнем круге, до этого отрезка</li> </ul> | <p>Выявление математических аспектов проблемы в реальном контексте и значимых переменных</p> |
| <p>Устанавливаем, что размер радиуса круглого шаблона для салфетки зависит от числа узоров, размеров самого узора</p>  | <p>Распознавание математической структуры в проблемах и ситуациях</p>                        |

|  |  |
|--|--|
| <p>Сформулируем упрощенное условие и требование задачи: используя, рисунки 2, 3 и следующие величины:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• число узоров по периметру;</li> <li>• длину отрезка, соединяющего крайнюю левую и крайнюю правую точку узора;</li> <li>• расстояние от крайней нижней точки узора до этого отрезка.</li> </ul> <p>Требуется найти радиус круглого шаблона, из которого будет изготовлена салфетка</p>   | <p>Упрощение задачи с целью её последующего математического анализа</p>  |
| <p>Введём обозначения, которые затем отметим на построенной геометрической модели (рис.4):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• число узоров по периметру – <math>n</math>;</li> <li>• расстояние между крайней левой и крайней правой точками узора – это длина отрезка (<math>AB</math> или <math>l</math>);</li> <li>• расстояние от крайней нижней точки узора до отрезка <math>AB</math> – это длина отрезка (<math>MC</math> или <math>h</math>);</li> <li>• салфетка задаётся центром (точка <math>O</math>) и радиусом <math>R</math></li> </ul> | <p>Математическое представление ситуации с использованием подходящих параметров, обозначений, графиков и стандартных моделей</p> |
| <p>Переформулируем условие и требование задачи в соответствии с введенными величинами:</p> <p>Определите радиус круга <math>R</math>, который необходимо изобразить на плотной бумаге, если по его краям планируется расположить <math>n</math> одинаковых узоров</p>  | <p>Переформулирование задачи в соответствии с математическими понятиями и соответствующими допущениями</p>                       |
| <p>Построим геометрическую модель ситуации</p>  <p>Рисунок 4 / Figure 4</p>   | <p>Перевод проблемы (ситуации) на математический язык</p>  |

На следующем этапе практического занятия можно переходить к составлению сюжета задачи. Отметим, что изначально студенты не владели информацией о том, какие измерения и переменные необходимо задействовать, поэтому данную особенность также следует сохранить и в условии задачи для учеников. С учётом вышесказанного можно сформулировать не только условие, но и саму задачу. Приведем пример такой задачи.

### Кружевная салфетка

Наташа делает кружевные салфетки для украшения открыток, фотоальбомов, шкатулок. Для этого из плотной бумаги ей необходимо изготовить круглый шаблон и с помощью специального дырокола по краю этого шаблона проколоть узоры. Пример салфетки приведен на рисунке 2, а рисунок с дыроколом показан на рисунке 3. Однако если использовать произвольный шаблон и попытаться проделать с помощью дырокола этот узор по краю шаблона, может оказаться, что для последнего узора останется недостаточно места. Помогите Наташе установить размеры шаблона, чтобы избежать описанной выше проблемы.

После составления фабулы задачи целесообразно вернуться к анализу проведенных рассуждений и соответствующих действий. В результате проделанной работы будут созданы условия для привлечения студентов к формулировке вопросов, которые позволяют упорядочить рассуждения обучающихся в процессе решения задачи на этапе формализации. Приведем такие вопросы и задания применительно к задаче «Кружевная салфетка».

- Вопрос 1.** Выделите свойства салфетки, существенные с математической точки зрения, и на их основании установите величины, необходимые для решения задачи.
- Вопрос 2.** Установите, между какими величинами, выделенными при ответе на вопрос 1, существуют зависимости?
- Вопрос 3.** Используя выделенные величины и зависимости при ответах на предыдущие вопросы, переформулируйте условие и требование задачи про салфетку.
- Вопрос 4.** Замените реальные объекты геометрическими объектами и введите обозначения для полученных величин, фигур.
- Вопрос 5.** Переформулируйте задачу в соответствии с использованными математическими понятиями и соответствующими допущениями.
- Вопрос 6.** Как геометрически изобразить условие и требования, выделенные в задаче из вопроса 5?

Ещё одним эффективным приёмом активизации деятельности студентов по конструированию заданий можно считать анализ различных текстовых задач с целью трансформации соответствующих условий и требований к ним. Именно ориентация студентов на список действий по формализации или интерпретации позволит выбрать те действия, которые целесообразно формировать у школьников, а также подсказать, каким образом необходимо изменить (дополнить) уже имеющееся условие задачи.

Особо отметим такое действие, входящее в состав этапа формализации, как выбор подходящей модели из списка. Как видно из названия действия, данное задание может быть построено в форме выбора ответа, но так, чтобы оно выполняло диагностические функции [17]. Задачи такого типа могут быть построены на примере алгебраических задач, в частности на составление уравнения или систем уравнений. При формулировании требования к подобным задачам студенты сначала строят верную модель по тексту задачи, а затем, нарушая один или несколько шагов перевода реального объекта в математический объект, дополняют исходную модель неверными моделями. Таким образом, построенное задание с выбором ответа позволяет не только установить тех обучающихся, которые верно выбрали требуемую модель, но и по выбору дистракторов (правдоподобных ответов) выявить причину допущенной ошибки на этапе формализации или интерпретации.

### Обсуждение и заключения

Подводя итоги, отметим, что выделенные методические аспекты подготовки студентов к составлению заданий по формированию действий моделирования выстроены с учетом специфики подготовки будущего учителя в рамках модульного подхода. Структуру практических занятий в рамках рассматриваемого модуля следует выстраивать в соответствии с деятельностным подходом. Важным условием при проектировании занятий со студентами является поэтапное формирование действий, входящих в состав моделирования. В процессе подготовки студентов выделяется этап выявления действий, входящих в моделирование, и этап построения заданий, адекватных выделенным действиям.

Реализация этих этапов предполагает включение обучающихся в процесс решения заданий различных типов из диагностического инструментария, используемого в международном исследовании PISA, с последующим выделением состава действий, необходимых для решения задачи. Проведение анализа имеющихся учебных пособий и тренажеров важно для того, чтобы студенты учились выявлять структуру и содержательную основу задачного материала, для трансформации условия и требований задачи, ориентированных на применение действий по моделированию, учились формулировать методические рекомендации по использованию таких заданий в обучении. Анализ различных источников информации целесообразно проводить по отбору ситуаций, для формализации которых необходимы математические знания и умения моделировать, для конструирования фабулы практико-ориентированных задач.

Таким образом, выделенные в статье приемы и методические аспекты методической подготовки способствуют формированию у студентов новых компетенций по разработке заданий для учащихся при обучении математике. В процессе формирования новых компетенций у будущих учителей математики необходимо организовать их деятельность по выделению совокупности действий, входящих в состав моделирования, по составлению фабулы и вопросов к практико-ориентированной задаче на основе выделенных действий.

#### Список использованных источников

1. Бобровская А.В. Обучение методу математического моделирования средствами курса геометрии педагогического института: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. СПб., 1996. 232 с.
2. Боженкова Л.И. Методика формирования универсальных учебных действий при обучении геометрии: методическое пособие. 4-е изд., электрон. М.: Лаборатория знаний, 2020. 208 с.
3. Бычков А.В. Анализ прикладных задач в современных учебниках по алгебре и геометрии с позиций требований ФГОС ООО // Развитие образования. 2019. №4(6). С. 59-63.
4. Глазков Ю.А., Егупова М.В. Тренажёр по геометрии: 7 класс. К учебнику Л.С. Атанасяна и др. «Геометрия. 7-9 классы». ФГОС (к новому учебнику). М.: Издательство «Экзамен», 2019. 80 с.
5. Глазков Ю.А., Егупова М.В. Тренажёр по геометрии: 8 класс. К учебнику Л.С. Атанасяна и др. «Геометрия. 7-9 классы». ФГОС (к новому учебнику). М.: Издательство «Экзамен», 2019. 80 с.
6. Дорофеев А.С., Сосинская С.С. Модели обучающего курса в разработке систем дистанционного обучения // Прикладная информатика. 2007. №3(9). С. 25-37.
7. Егупова М.В., Мошура Ю.В. О сюжетах задач на практические приложения математики в проверочных работах для школьников // Актуальные проблемы обучения математике и информатике в школе и вузе: материалы V Международной заочной научной конференции, г. Москва, 18-22 декабря 2019 г. / под ред. М.В. Егуповой, Л.И. Боженковой: [электронное издание сетевого распространения]. М.: МПГУ, 2020. С. 102-110.
8. Иващенко Н.А. Преимущества модульно-развивающей технологии // Теоретико-методологические аспекты преподавания математики в современных условиях: материалы III Международной заочной научно-практической конференции (1–7 июня 2020 г., г. Луганск). Луганск: Книта, 2020. С. 247-254.
9. Каспржак А.Г. Почему наши школьники провалили тест PISA // Директор школы. 2005. №4. С. 4-13.

10. Ковалева Г.С., Краснянская К.А. Международная оценка образовательных достижений учащихся (Programme for International Student Assessment – PISA). Примеры заданий по математике. М.: Центр оценки качества образования ИСМО РАО, 2006. 41 с.
11. Коротких Д.Е., Шабанов А.Г., Мазурин А.Е. Педагогическое моделирование как метод научного познания // Инновации в образовании. 2019. №12.
12. Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся (2018 г.) // Центр оценки качества образования Института стратегии развития образования Российской академии образования: [сайт]. URL: [http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018\\_pub.html](http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_pub.html) (дата обращения: 15.10.2020).
13. Методика развивающего обучения математике: учебное пособие для вузов / В.А. Далингер [и др.]; под общ. ред. В.А. Далингера. 2-е изд., испр. и доп. Омск, 2020.
14. Модернизация педагогического образования в контексте глобальной образовательной повестки: педагогика и психология потенциальных возможностей: коллективная монография / Федоров А.А. [и др.]. Н. Новгород, 2015. 296 с.
15. Модульное обучение // Компетентностно-ориентированная стратегия профессиональной подготовки педагога: коллективная монография / под ред. Л.Е. Шапошниковой, В.В. Николиной, О.А. Сафоновой. Н. Новгород: НГПУ, 2011. С. 128-141.
16. Организация проектной деятельности в школе в свете требований ФГОС: методическое пособие. М.: Владос, 2018. 121 с.
17. Перевощикова Е. Н. Технология конструирования диагностических заданий в тестовой форме // Известия ПГУ Поволжский регион. 2014. №2(30). С. 205-218.
18. Перевощикова Е.Н. Рейтинг-план как механизм оценивания степени сформированности компетенций // Вестник Мининского университета. 2018. Т. 6, №2(23). DOI: <https://doi.org/10.26795/2307-1281-2018-6-2-9>.
19. Персонализированная модель образования / Е.И. Казакова, Д.С. Ермаков, П.Н. Кириллов, Н.И. Корякина, С.А. Янкевич. М.: АНО «Платформа новой школы», 2019. 36 с.
20. Поликарпов С.А. Математическое образование в России. Новые принципы подготовки учителей математики // Проблемы современного математического образования: Материалы Российско-Американского симпозиума 18-20 ноября 2016 г. / под ред. А.П. Карпа и С.А. Поликарпова. Москва: МПГУ, 2017. С. 74-92. URL: [http://mpgu.su/wp-content/uploads/2017/05/Problemyi\\_Sovr\\_Matem\\_Obr\\_Sbornik.pdf](http://mpgu.su/wp-content/uploads/2017/05/Problemyi_Sovr_Matem_Obr_Sbornik.pdf) (дата обращения: 15.10.2020).
21. Примерная основная образовательная программа. Направление подготовки (специальность) 44.03.05 Педагогическое образование. Уровень высшего образования. Бакалавриат. Зарегистрировано в государственном реестре ПООП. URL: <http://xn--n1aabc.xn--plai/projects> (дата обращения: 15.10.2020).
22. Проблемы современного математического образования: материалы Российско-Американского симпозиума 18-20 ноября 2016 г. / под ред. А.П. Карпа и С.А. Поликарпова. М.: МПГУ, 2017. 148 с.
23. Профстандарт Педагога 2020, утвержденный Правительством РФ. URL: [https://rusjurist.ru/kadry/professionalnye\\_standarty/profstandart-pedagoga-utverzhdennyj-pravitelstvom-rf/](https://rusjurist.ru/kadry/professionalnye_standarty/profstandart-pedagoga-utverzhdennyj-pravitelstvom-rf/) (дата обращения: 03.09.2020).
24. Разработка учебного модуля в персонализированной модели образования: методическое пособие / под ред. Д.С. Ермакова. М., 2019. 56 с.

25. Рослова Л.О., Краснянская К.А., Квитко Е.С. Концептуальные основы формирования и оценки математической грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. Т. 1, №4(61). С. 58-79.
26. Теория и технология обучения математике в средней школе: учебное пособие для студентов математических специальностей педагогических вузов / под ред. Т.А. Ивановой. 2-е изд., испр. и доп. Н. Новгород: НГПУ, 2009. 355 с.
27. Терешин Н.А. Прикладная направленность школьного курса математики: книга для учителя. М.: Просвещение, 1990. 96 с.
28. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденный приказом Минобрнауки Российской Федерации от 22.02.2018. №125. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minobrnauki-Rossii-ot-22.02.2018-N-125/> (дата обращения: 15.10.2020).
29. Шапиро И.М. Использование задач с практическим содержанием в преподавании математики. М.: Просвещение, 1990. 96 с.
30. Шаулова З.В., Недюрмагомедов Г.Г. Формирование учебных умений школьников основной школы // Высшее образование сегодня. 2018. №10. С. 26-30.
31. Blum W. Anwendungsorientierter Mathematikunterricht – Trends und Perspektiven // Kadunz G. et al. (eds.) Trends und Perspektiven: Schriftenreihe Didaktik der Mathematik. Vol. 23. Hoelder-Pichler-Tempsky. Wien, 1996. Pp. 15-38.
32. Dunn Peter K., Marshman Margaret F. Teaching mathematical modelling: a framework to support teachers' choice of resources // Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA. 2020. Vol. 39, no. 2. Pp. 127-144. DOI: <https://doi.org/10.1093/teamat/hrz008>.
33. Grover S. The 5th 'C' of 21st Century Skills? Try Computational Thinking (Not Coding). 2018. Available at: <https://www.edsurge.com/news/2018-02-25-the-5th-c-of-21stcentury-skills-try-computational-thinking-not-coding> (accessed: 23.10.2020).
34. Niss M. Mathematical Competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM Project // Gagatsis A., Papastavridis S. (eds.) 3rd Mediterranean Conference on Mathematical Education - Athens, Hellas 3-4-5 January 2003. Athen: Hellenic Mathematical Society, 2003. Pp. 116-124.
35. Niss M., Blum W. The Learning and Teaching of Mathematical Modelling (1st ed.). Routledge. London, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315189314>.
36. Niss M., Blum W., Galbraith P. Introduction // Blum W., Galbraith P., Henn H.-W., Niss M. (eds.) Modelling and Applications in Mathematics Education (The 14th ICMI Study). New York: Springer, 2007. Pp. 3-32.
37. Niss M., Højgaard T. (eds.) Competencies and mathematical learning: Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark. Report No. 485. 2011. Available at: [https://pure.au.dk/portal/files/41669781/thj11\\_mn\\_kom\\_in\\_english.pdf](https://pure.au.dk/portal/files/41669781/thj11_mn_kom_in_english.pdf) (accessed: 27.10.2020).
38. Niss M., Jensen T.H. Kompetencer og matematiklæring: Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 18-2002. Copenhagen: Undervisningsministeriet, 2002. Available at: <http://static.uvm.dk/Publikationer/2002/kom/hel.pdf> (accessed: 23.10.2020).
39. Niss M.A., Højgaard T. Mathematical competencies revisited // Educational Studies in Mathematics. 2019. Vol. 102(1). Pp. 9-28. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10649-019-09903-9>.

40. Perevoshchikova E.N., Samoiloa G.S., Lapin N.I., Elizarova E.U., Panova I.V. The methodology for developing professional competencies of bachelors in the program «Pedagogical Education» // Revista ESPACIOS. 2019. Vol. 40(33). P. 26.
41. PISA 2012 Assessment and Analytical Framework. OECD Publishing, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>.
42. PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving. OECD Publishing, Paris, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264281820-en>.
43. PISA 2018 Assessment and Analytical Framework: Reading, Mathematics and Science. OECD Publishing, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>.
44. PISA 2018 Results (Volume I). What Students Know and Can Do. Available at: <https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results-volume-i-5f07c754-en.htm> (accessed: 23.10.2020).
45. PISA 2021 Mathematics framework (DRAFT). Available at: <https://www.oecd.org/pisa/sitedocument/PISA-2021-mathematics-framework.pdf> (accessed: 15.10.2020).

## References

1. Bobrovskaya A.V. Teaching the method of mathematical modeling by means of the course of geometry of the Pedagogical Institute: the dissertation of the candidate of pedagogical sciences: 13.00.02. St. Petersburg, 1996. 232 p. (In Russ.)
2. Bozhenkova L.I. Methodology for the formation of universal educational actions in teaching geometry: a methodological guide. 4th edition, electronic. Moscow, Laboratoriya znaniy Publ., 2020. 208 p. (In Russ.)
3. Bychkov A.V. Analysis of applied problems in modern textbooks on algebra and geometry from the standpoint of the requirements of the Federal State Educational Standard. *Razvitie obrazovaniya*, 2019, no. 4(6), pp. 59-63. (In Russ.)
4. Glazkov YU.A., Egupova M.V. Geometry simulator: grade 7. To the textbook of L.S. Atanasyan and others. "Geometry. 7-9 grades". GEF (to the new textbook). Moscow, «Ekzamen» Publ., 2019, 80 p. (In Russ.)
5. Glazkov YU.A., Egupova M.V. Geometry simulator: grade 8. To the textbook of L.S. Atanasyan and others. "Geometry. 7-9 grades". GEF (to the new textbook). Moscow, «Ekzamen» Publ., 2019, 80 p. (In Russ.)
6. Dorofeev A.S., Sosinskaya S.S. Models of a training course in the development of distance learning systems. *Prikladnaya informatika*, 2007, no. 3(9), pp. 25-37. (In Russ.)
7. Egupova M.V., Moshura YU.V. On the plots of problems for the practical applications of mathematics in test papers for schoolchildren. *Aktual'nye problemy obucheniya matematike i informatike v shkole i vuze: materialy V Mezhdunarodnoj zaochnoj nauchnoj konferencii, g. Moskva, 18-22 dekabrya 2019 g. / pod red. M.V. Egupovoj, L.I. Bozhenkovej: [elektronnoe izdanie setevogo rasprostraneniya]*. Moscow, MPGU Publ., 2020. Pp. 102-110. (In Russ.)
8. Ivashchenko N.A. Advantages of modular developmental technology. *Teoretiko-metodologicheskie aspekty prepodavaniya matematiki v sovremennyh usloviyah: materialy III Mezhdunarodnoj zaochnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (1-7 iyunya 2020 g., g. Lugansk)*. Lugansk, Knita Publ., 2020. Pp. 247-254. (In Russ.)



9. Kasprzhak A.G. Why Our Students Failed PISA Test. *Direktor shkoly*, 2005, no. 4, pp. 4-13. (In Russ.)
10. Kovaleva G.S., Krasnyanskaya K.A. International assessment of educational achievements of students (Program for International Student Assessment - PISA). Examples of assignments in mathematics. Moscow, Centr ocenki kachestva obrazovaniya ISMO RAO Publ., 2006. 41 p. (In Russ.)
11. Korotkih D.E., SHabanov A.G., Mazurin A.E. Pedagogical modeling as a method of scientific knowledge. *Innovacii v obrazovanii*, 2019, no. 12. (In Russ.)
12. International program for assessing educational achievements of students (2018). *Centr ocenki kachestva obrazovaniya Instituta strategii razvitiya obrazovaniya Rossijskoj akademii obrazovaniya: [sajt]*. Available at: [http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018\\_pub.html](http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_pub.html) (accessed: 15.10.2020). (In Russ.)
13. Methods of developing teaching mathematics: a textbook for universities / V.A. Dalinger [et al.]; under total. ed. V.A. Dalinger. 2nd edition, revised and enlarged. Omsk, 2020. (In Russ.)
14. Modernization of teacher education in the context of the global educational agenda: pedagogy and psychology of potential opportunities: collective monograph / Fedorov A.A. [et al.]. Nizhny Novgorod, 2015. 296 p. (In Russ.)
15. Modular training. *Kompetentnostno-orientirovannaya strategiya professional'noj podgotovki pedagoga: kollektivnaya monografiya / pod red. L.E. SHaposhnikova, V.V. Nikolinoj, O.A. Safonovoj*. Nizhny Novgorod, NGPU Publ., 2011. Pp. 128-141. (In Russ.)
16. Organization of project activities at school in the light of the requirements of the Federal State Educational Standard: a methodological guide. Moscow, Vados Publ., 2018. 121 p. (In Russ.)
17. Perevoshchikova E. N. Technology of constructing diagnostic tasks in a test form. *Izvestiya PGU Povolzhskij region*, 2014, no. 2(30), pp. 205-218. (In Russ.)
18. Perevoshchikova E.N. Rating plan as a mechanism for assessing the degree of competence formation. *Vestnik Mininskogo universiteta*, 2018, vol. 6, no. 2(23), doi: <https://doi.org/10.26795/2307-1281-2018-6-2-9>. (In Russ.)
19. Personalized model of education / E.I. Kazakova, D.S. Ermakov, P.N. Kirillov, N.I. Koryakina, S.A. Yankevich. Moscow, ANO «Platforma novoj shkoly» Publ., 2019. 36 p. (In Russ.)
20. Polikarpov S.A. Mathematical education in Russia. New principles of training teachers of mathematics. *Problemy sovremennogo matematicheskogo obrazovaniya: Materialy Rossijsko-Amerikanskogo simpoziuma 18-20 noyabrya 2016 g. / pod red. A.P. Karpa i S.A. Polikarpova*. Moscow, MPGU Publ., 2017. Pp. 74-92. Available at: [http://mpgu.su/wp-content/uploads/2017/05/Problemyi\\_Sovr\\_Matem\\_Obr\\_Sbornik.pdf](http://mpgu.su/wp-content/uploads/2017/05/Problemyi_Sovr_Matem_Obr_Sbornik.pdf) (accessed: 15.10.2020). (In Russ.)
21. Approximate basic educational program. Direction of training (specialty) 44.03.05 Pedagogical education. Higher education level. Bachelor's degree. Registered in the state register of VET. Available at: <http://xn--n1aabc.xn--p1ai/projects> (accessed: 15.10.2020). (In Russ.)
22. Problems of modern mathematical education: materials of the Russian-American Symposium on November 18-20, 2016 / ed. A.P. Karp and S.A. Polikarpov. Moscow, Moscow State Pedagogical University Publ., 2017. 148 p. (In Russ.)
23. Professional standard of the Pedagogue 2020, approved by the Government of the Russian Federation. Available at: [https://rusjurist.ru/kadry/professionalnye\\_standarty/profstandart-pedagoga-utverzhdenyj-pravitelstvom-rf/](https://rusjurist.ru/kadry/professionalnye_standarty/profstandart-pedagoga-utverzhdenyj-pravitelstvom-rf/) (accessed: 03.09.2020). (In Russ.)
24. Development of an educational module in a personalized model of education: a methodological guide / ed. D.S. Ermakov. Moscow, 2019. 56 p. (In Russ.)



25. Roslova L.O., Krasnyanskaya K.A., Kvitko E.S. Conceptual foundations for the formation and assessment of mathematical literacy. *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika*, 2019, vol. 1, no. 4(61), pp. 58-79. (In Russ.)
26. Theory and technology of teaching mathematics in secondary school: a textbook for students of mathematical specialties of pedagogical universities / ed. T.A. Ivanova. 2nd edition, revised and enlarged. Nizhny Novgorod, NGPU Publ., 2009. 355 p. (In Russ.)
27. Tereshin N.A. Applied orientation of the school mathematics course: a book for the teacher. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1990. 96 p. (In Russ.)
28. Federal State Educational Standard of Higher Education - Bachelor's Degree in the field of training 03.44.05 Pedagogical education (with two training profiles), approved by order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated 02.22.2018. No. 125. Available at: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minobrnauki-Rossii-ot-22.02.2018-N-125/> (accessed: 15.10.2020). (In Russ.)
29. SHapiro I.M. Using tasks with practical content in teaching mathematics. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1990. 96 p. (In Russ.)
30. SHaulova Z.V., Nedyurmagomedov G.G. Formation of educational skills of primary school students. *Vysshee obrazovanie segodnya*, 2018, no. 10, pp. 26-30. (In Russ.)
31. Blum W. Anwendungsorientierter Mathematikunterricht – Trends und Perspektiven. *Kadunz G. et al. (eds.) Trends und Perspektiven: Schriftenreihe Didaktik der Mathematik. Vol. 23.* Hoelder-Pichler-Tempsky. Wien, 1996. Pp. 15-38.
32. Dunn Peter K., Marshman Margaret F. Teaching mathematical modelling: a framework to support teachers' choice of resources. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, 2020, vol. 39, no. 2, pp. 127-144, doi: <https://doi.org/10.1093/teamat/hrz008>.
33. Grover S. The 5th 'C' of 21st Century Skills? Try Computational Thinking (Not Coding). 2018. Available at: <https://www.edsurge.com/news/2018-02-25-the-5th-c-of-21stcentury-skills-try-computational-thinking-not-coding> (accessed: 23.10.2020).
34. Niss M. Mathematical Competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM Project. *Gagatsis A., Papastavridis S. (eds.) 3rd Mediterranean Conference on Mathematical Education - Athens, Hellas 3-4-5 January 2003.* Athen, Hellenic Mathematical Society, 2003. Pp. 116-124.
35. Niss M., Blum W. The Learning and Teaching of Mathematical Modelling (1st ed.). Routledge. London, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315189314>.
36. Niss M., Blum W., Galbraith P. Introduction. *Blum W., Galbraith P., Henn H.-W., Niss M. (eds.) Modelling and Applications in Mathematics Education (The 14th ICMI Study).* New York, Springer, 2007. Pp. 3-32.
37. Niss M., Højgaard T. (eds.) Competencies and mathematical learning: Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark. Report No. 485. 2011. Available at: [https://pure.au.dk/portal/files/41669781/thj11\\_mn\\_kom\\_in\\_english.pdf](https://pure.au.dk/portal/files/41669781/thj11_mn_kom_in_english.pdf) (accessed: 27.10.2020).
38. Niss M., Jensen T.H. Kompetencer og matematiklæring: Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 18-2002. Copenhagen: Undervisningsministeriet, 2002. Available at: <http://static.uvm.dk/Publikationer/2002/kom/hel.pdf> (accessed: 23.10.2020).
39. Niss M.A., Højgaard T. Mathematical competencies revisited. *Educational Studies in Mathematics*, 2019, vol. 102(1), pp. 9-28, doi: <https://doi.org/10.1007/s10649-019-09903-9>.

40. Perevoshchikova E.N., Samoilova G.S., Lapin N.I., Elizarova E.U., Panova I.V. The methodology for developing professional competencies of bachelors in the program «Pedagogical Education». *Revista ESPACIOS*, 2019, vol. 40(33), p. 26.
41. PISA 2012 Assessment and Analytical Framework. OECD Publishing, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>.
42. PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving. OECD Publishing, Paris, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264281820-en>.
43. PISA 2018 Assessment and Analytical Framework: Reading, Mathematics and Science. OECD Publishing, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>.
44. PISA 2018 Results (Volume I). What Students Know and Can Do. Available at: <https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results-volume-i-5f07c754-en.htm> (accessed: 23.10.2020).
45. PISA 2021 Mathematics framework (DRAFT). Available at: <https://www.oecd.org/pisa/sitedocument/PISA-2021-mathematics-framework.pdf> (accessed: 15.10.2020).

© Перевощикова Е.Н., Бычков А.В., 2021

### Информация об авторах

**Перевощикова Елена Николаевна** – доктор педагогических наук, профессор, кафедра математики и математического образования, Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина (Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2711-9744>, e-mail: [perevoshikovaen@mail.ru](mailto:perevoshikovaen@mail.ru).

**Бычков Александр Владиславович** – аспирант, кафедра математики и математического образования, Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина (Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2491-614X>, e-mail: [vsdq@mail.ru](mailto:vsdq@mail.ru).

### Information about the authors

**Perevoshikova Elena N.** – DPhil (Pedagogics), Professor, Department of Mathematics and Mathematical Education, Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University (Minin University), Nizhny Novgorod, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2711-9744>, e-mail: [perevoshikovaen@mail.ru](mailto:perevoshikovaen@mail.ru).

**Bychkov Alexander V.** – postgraduate student, Department of Mathematics and Mathematical Education, Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University (Minin University), Nizhny Novgorod, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2491-614X>, e-mail: [vsdq@mail.ru](mailto:vsdq@mail.ru).

Поступила в редакцию: 07.11.2020

Принята к публикации: 15.12.2020

Опубликована: 11.03.2021