

М. А. Урбан, профессор кафедры естественнонаучных дисциплин Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка, доктор педагогических наук, доцент

КОМПЕТЕНТНОСТЬ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВИЗУАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ МОДЕЛЕЙ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В НАЧАЛЬНЫХ КЛАССАХ

Аннотация. В статье обосновывается значимость визуального учебного моделирования в начальном обучении математике; предлагается подход к выделению компонентов компетенции в использовании визуальных учебных моделей, основанный на таксономии образовательных целей Б. Блюма и модели компетентности Дж. Равена; описываются уровни сформированности компетентности будущих учителей в использовании визуальных учебных моделей на уроках математики в начальных классах.

Ключевые слова: визуальные учебные модели, компетентность, наглядные средства обучения, начальное обучение математике, подготовка учителя начальных классов.

Abstract. The article substantiates the importance of visual educational modeling in primary mathematics teaching; an approach to identifying the components of competence in the use of visual educational models based on the taxonomy of educational goals of B. Blum and the competence model of J. Raven is proposed; the levels of the future teachers competence in the use of visual educational models in primary grades on mathematics lessons describes.

Keywords: visual educational models, competence, visual teaching means, primary school teacher training.

Введение. Постановка проблемы

Реализация компетентностного подхода в отечественной системе подготовки учителей начальных классов требует разработки перечней компетенций для каждой учебной дисциплины. Решение этой задачи осложняется тем, что в научно-методической литературе нет единого понимания понятий «компетенция» и «компетентность», не выработаны общие подходы к формулированию и оценке образовательных компетенций студентов.

Интерес к проблеме появился в педагогическом дискурсе во второй половине XX века, и уже в первых исследованиях на тему профессиональной компетентности

этот термин использовали для обозначения особенностей личности, которые лежат в основе качественного выполнения рабочих задач на основе полученной подготовки и высокой трудовой мотивации [1]. Постепенно складывалось понимание компетентности как феномена, состоящего из перечня компонентов, которые могут относиться как к когнитивной, так и к эмоциональной сфере. В частности, в работах Дж. Равена была предложена модель компетентности в виде триадной системы, включающей знания, способности (умения) и отношения. По мнению автора, личностное принятие и признание значимости выполняемых рабочих

действий позволяют в максимальной степени актуализировать имеющиеся у работника знания и умения [2].

Для большинства зарубежных исследований, посвящённых анализу понятий «компетенция» и «компетентность», характерно их отождествление. Это связано с тем, что оба понятия обозначают совокупность знаний, умений и отношений, обеспечивающих успех в определённой профессиональной деятельности [3]. В белорусских и российских публикациях авторами в основном разделяется позиция А. В. Хуторского, согласно которой компетенция — это нормативное требование к подготовке учащихся, которое «изначально отчуждено от ученика, наперед задано ему и педагогу» [4, с. 86], а компетентность — личностное качество, которое характеризует владение учащимся соответствующей компетенцией, включающее его отношение к ней и предмету деятельности [4].

Согласно рекомендациям, сформулированным участниками рабочей группы проекта по исследованию методов оценки педагогической практики, выводы об эффективности работы педагога следует делать не только на основании прироста успеваемости учащихся, но и по результатам диагностики педагогической компетентности учителей [5]. Для этого необходимо разработать перечни компетенций и создать инструментарий для их достоверной оценки. По мнению экспертов в области оценки работы учителей, пока не сложилось единого понимания того, каким образом можно эф-

фективно выполнить эту задачу, существует большой разброс моделей и подходов, применяемых в мировой образовательной практике [6]. Как следствие, в работе педагогов продолжают доминировать методы и приёмы, обеспечивающие быстрое получение «видимых» образовательных результатов у учащихся в ущерб результатам долгосрочным, связанным с развитием метапредметных компетенций [7].

Одной из значимых компетенций учителя начальных классов, необходимых для преподавания математики, является компетенция в использовании визуальных учебных моделей изучаемых математических понятий и способов действий. Визуализация в модели существенных сторон объекта изучения соответствует специфике мыслительной деятельности учащихся начальных классов, а построение ими визуальной модели к тексту задачи может рассматриваться как важный компонент диагностики умения моделировать [8]. Поэтому выделение компетентности учителя в области визуального учебного моделирования, разработка методов её диагностики представляют собой ключевые направления реализации компетентностного подхода в практике подготовки студентов к преподаванию математики в начальных классах.

Цель данной статьи — обосновать значимость компетентности будущих учителей в использовании визуальных учебных моделей в начальном обучении математике, предложить подход к её описанию и оценке.

Визуальное учебное моделирование в начальном обучении математике

Визуализация в образовании является средством связи абстрактных и конкретных идей, она позволяет учителю прояснить для учащихся сущность учебных задач и представляет собой передачу изучаемой теории с помощью изобразительных средств [9]. Визуализация изучаемых математических понятий рассматривается в современных исследованиях как ключевой фактор понимания учащимися учебного

материала [10] и компонентов математической компетентности [11]. При этом визуализация рассматривается и как средство обучения, и как самостоятельный объект исследования: формирование визуальной грамотности признаётся одной из важных целей обучения уже в начальной школе [12].

Особенно актуальна визуализация математических идей в начальном обучении

из-за специфики мышления младших школьников. Согласно теории развития интеллекта Ж. Пиаже мышление ребёнка в возрасте 7–12 лет находится на стадии развития конкретных операций. На этой стадии мышление постепенно становится более логическим, но всё ещё продолжает быть конкретным, зависимым от восприятия внешних свойств реальных предметов. Современные исследования подтверждают выводы Ж. Пиаже о специфике мышления и речи детей данного возраста [13].

Однако не всякая визуализация способствует пониманию учащимися начальных классов математической теории, а в отдельных случаях использование конкретного учебного материала препятствует развитию полноценных математических представлений [14]. Поэтому в исследованиях проблемы визуализации в математическом образовании подчёркивается необходимость визуальных репрезентаций существенных сторон изучаемых понятий. Эти существенные стороны часто не видны ребёнку при непосредственном восприятии реальных и математических объектов. Подобные визуальные репрезентации являются визуальными моделями, и, в отличие от «немо-

дельных» иллюстраций, показывают учащимся не внешние, а внутренние свойства объектов [15].

К визуальным относятся учебные модели, построение которых осуществляется предметными или изобразительными средствами. Визуальные модели могут быть созданы к текстовым задачам с помощью реальных предметов или геометрических фигур, которыми заменяют моделируемые объекты (рис. 1).

Визуальные учебные модели можно также использовать для изучения состава чисел и приёмов вычислений (рис. 2).

Обобщение и систематизация опыта применения визуальных учебных моделей в обучении математике легли в основу получившего мировую известность «модельного метода обучения» в школах Сингапура [16]. Регулярное использование визуальных моделей, или «полосового моделирования» («*bar-modelling*»), является важным фактором лидерства школьников Сингапура в мировых программах оценки качества образовательных достижений учащихся PISA [17] и TIMSS [18].

Работая с визуальными учебными моделями, учителю важно составлять различные



Рисунок 1 — Примеры визуальных учебных моделей к текстовым задачам в начальном обучении математике

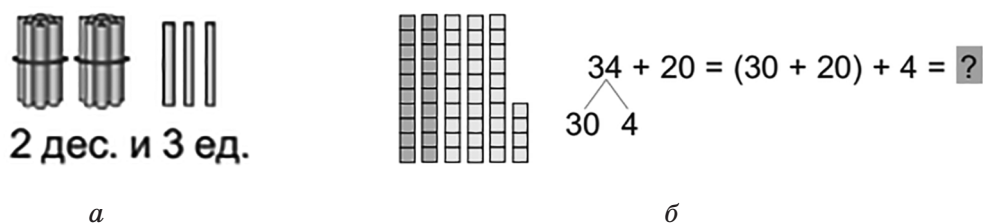
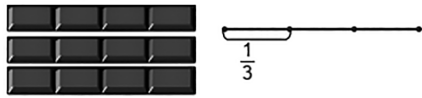
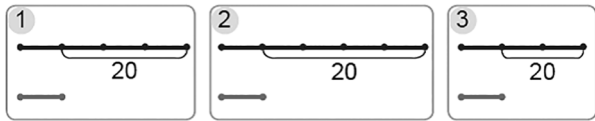
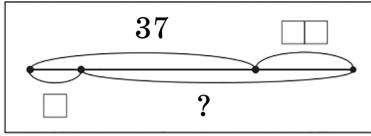

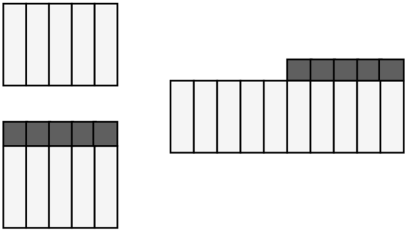


Рисунок 2 — Примеры визуальных учебных моделей состава числа (а) и приема вычислений (б) в начальном обучении математике

задания с ними так, чтобы последовательно формировать умение моделировать у учащихся начальных классов. В ходе авторской научно-экспериментальной работы [19] установлено, что в начальном обучении математике целесообразно предлагать задания с визуальными учебными моделями в порядке, показанном в таблице 1.

Таблица 1 — Виды заданий с визуальными учебными моделями в начальном обучении математике

Вид задания	Описание задания	Пример задания
1	2	3
1. Соотнесение визуальной учебной модели с моделируемым объектом	Установление соответствия визуальной учебной модели моделируемому объекту	Рассмотри рисунок и схему. Объясни, что обозначает на схеме один маленький отрезок 
2. Выбор визуальной учебной модели	Выбор из нескольких визуальных учебных моделей той, которая соответствует моделируемому объекту по существенным признакам	Выбери схему. Реши задачу. У Кирилла в 5 раз больше карандашей, чем у Вадима. У Вадима на 20 карандашей меньше, чем у Кирилла. Сколько карандашей у Кирилла? 
3. Дополнение визуальной учебной модели	Дополнение визуальной учебной модели недостающими элементами так, чтобы она стала соответствовать моделируемому объекту по существенным признакам	Прочитай задачу. Дополни числами схему. Реши задачу. Толя собирал модели автомобилей. Из 37 моделей он подарил друзьям 8, а потом купил 15 новых моделей. Сколько теперь моделей автомобилей в коллекции у Толи? 
4. Построение визуальной учебной модели	Построение визуальной учебной модели, соответствующей моделируемому объекту	Прочитай задачу. построй схему. Реши задачу. Улов рыбака составил 11 щук и 22 карася. К обеду поджарили 8 карасей. Какой рыбы осталось меньше: щук или карасей? На сколько меньше? 

1	2	3
5. Преобразование визуальной учебной модели	Внесение изменений в визуальную учебную модель с сохранением соответствия моделируемому объекту	<p>Яна построила к задаче схему 1, а Алесь — схему 2. Сравни эти схемы. Реши задачу.</p> <p>Купили 5 книг по 20 р. каждая и столько же альбомов. Цена каждого альбома была на 4 р. больше цены книги. Какова стоимость всей покупки?</p> <p style="text-align: center;">Схема 1 Схема 2</p> 

Описание и оценка компетентности педагога в использовании визуальных учебных моделей реальных и математических объектов

На основе модели Дж. Равена [2] компетентность будущих учителей начальных классов в использовании визуальных учебных моделей при обучении математике может быть определена как совокупность методических *знаний* об особенностях визуальных учебных моделей и видах заданий с ними, *умений* по применению визуальных учебных моделей на различных этапах изучения математического материала и *ценностного отношения* к визуальным учебным моделям как приоритетным средствам начального обучения математике.

Для *описания* компонентов анализируемой компетентности в соответствии с методическими рекомендациями по проектированию новых образовательных стандартов и учебных планов (поколение 3+) [20] воспользуемся таксономией Б. Блума. В основе таксономии лежит иерархия образовательных целей, основанная на уровнях мыслительной деятельности учащихся, которые расположены в порядке увеличения сложности и абстрактности:

- знание (запоминание информации);
- понимание (понимание информации);

- применение (использование приобретённой информации в конкретной ситуации);
- анализ (выделение компонентов, из которых составлено целое, понимание его структуры);
- синтез (создание целого из отдельных компонентов, построение нового);
- оценка (умение делать выводы, формулировать критические суждения на основе имеющейся информации) [21].

В современной практике существует опыт проектирования результатов обучения на основе таксономии Б. Блума для высшего педагогического образования [22]. Применение данной таксономии к выделению и описанию компонентов компетенции в использовании визуальных учебных моделей позволяет получить перечень, содержащий мыслительные и практические умения различных уровней. Полагаем важным дополнить этот список ценностным отношением студентов к предмету обучения (по модели Дж. Равена [2]).

Для *оценки* уровня сформированности компетентности в использовании визуальных учебных моделей возьмём за основу

количество освоенных студентами её компонентов. При таком подходе можно выделить три уровня компетентности: первый — низкий, второй — средний, третий — высокий (таблица 2). Овладение компетенцией на первом уровне соответствует способности студента запомнить и воспроизвести ключевые понятия, объяснить их сущность и выполнить типичные методические задания (знание, понимание и применение по Б. Блуму). Если кроме этого студент способен анализировать и разрабатывать сценарии уроков с использованием

визуальных учебных моделей, оценивать адекватность выбора визуальной учебной модели для конкретной методической ситуации (анализ, синтез и оценка по Б. Блуму), то можно диагностировать средний уровень его компетентности. Для достижения высокого уровня компетентности в использовании визуальных учебных моделей важно не только уметь работать с ними в различных ситуациях, но и признавать их методическую ценность, иметь внутреннее убеждение в приоритетности этих средств начального обучения математике.

Таблица 2 — Компонентный состав компетенции в использовании визуальных учебных моделей

Уровни сформированности	Название компонента компетенции	Описание компонента компетенции
1	2	3
Первый (низкий)	Знание и запоминание	<ul style="list-style-type: none"> • давать характеристику визуальной учебной модели; • называть элементы, из которых построены визуальные учебные модели; • описывать задания на соотнесение, выбор, дополнение, построение и преобразование визуальных учебных моделей
	Понимание	<ul style="list-style-type: none"> • различать визуальные и невизуальные (вербальные, символические) учебные модели; • выделять существенные и несущественные элементы визуальных учебных моделей; • распознавать задания на соотнесение, выбор, дополнение, построение и преобразование визуальных учебных моделей
	Применение	<ul style="list-style-type: none"> • строить визуальные учебные модели реальных и математических объектов; • преобразовывать визуальные учебные модели с сохранением их соответствия моделируемому объекту; • составлять задания на соотнесение, выбор, дополнение, построение и преобразование визуальных учебных моделей
Второй (средний)	Анализ	<ul style="list-style-type: none"> • выделять фрагменты урока математики с использованием визуальных учебных моделей; • распознавать в выделенных фрагментах урока математики задания на соотнесение, выбор, дополнение, построение и преобразование визуальных учебных моделей

1	2	3
	Синтез	<ul style="list-style-type: none"> • определять этапы изучения математического материала, требующие использования визуальных учебных моделей; • составлять фрагменты сценария урока математики с использованием заданий на соотношение, выбор, дополнение, построение и преобразование визуальных учебных моделей
	Оценка	<ul style="list-style-type: none"> • оценивать адекватность визуальной учебной модели изучаемому математическому материалу и специфике мыслительной деятельности учащихся; • обосновывать выбор задания с использованием визуальных учебных моделей с учётом этапа изучения математического материала
Третий (высокий)	Отношение	<ul style="list-style-type: none"> • признавать приоритет визуальных учебных моделей в начальном обучении математике, обоснованный спецификой мыслительной деятельности учащихся; • понимать необходимость поэтапного формирования у учащихся умения строить визуальные учебные модели с помощью заданий на их соотношение, выбор, дополнение, построение и преобразование

На факультете начального образования БГПУ в 2021/22 учебном году планируется внедрить предложенный подход к оценке компетентности студентов четвертого курса в использовании визуальных учебных моделей. Для этого в течение 2020/21 учебного года разрабатывался конкретный методический инструментарий, который апробировался при изучении учебной дисциплины (по выбору студента) «Моделирование в учебном процессе» [23]. В соответствии с учебной программой был разработан интерактивный электронный учебно-методический комплекс (ИЭУМК) для студентов, размещенный в СДО MOODLE [24]. Для оценки сформированности компонентов компетенции первого (низкого) уровня студенты выполняли тесты, размещённые после каждого раздела

ИЭУМК, выполняли самостоятельные задания с визуальными учебными моделями на практических занятиях по дисциплине. Для оценки сформированности компонентов компетенции на втором (среднем) уровне студенты анализировали и разрабатывали планы-конспекты уроков математики с использованием визуальных учебных моделей в ходе самостоятельной внеаудиторной работы. Высокий уровень компетентности в использовании визуальных учебных моделей определялся через анализ кейсов, где предлагалось дать оценку педагогической ситуации и сформулировать рекомендации для учителя, а также с помощью итоговых групповых проектов, составной частью которых являлись видеозаписи фрагментов уроков математики, проведённых студентами.

Заключение

Выполненное исследование позволяет сделать следующие выводы:

- значимым результатом методической подготовки учителей начальных классов является формирование у них компетентности в использовании визуальных учебных моделей на уроках математики, поскольку визуализация изучаемых абстрактных математических понятий является ключевым фактором их понимания учащимися 1–4 классов в связи с особенностями мыслительной деятельности детей данной возрастной группы;
- формирование и оценка компетентности будущих учителей осложняется тем, что до сих пор в мировой образовательной

теории и практике не выработано единого подхода к выделению компонентов компетенций и их диагностике;

- предложенный в статье подход к выделению и описанию компонентов компетенции будущих учителей начальных классов в использовании визуальных учебных моделей на уроках математики основан на таксономии целей образования Б. Блума и модели компетентности Дж. Равена;

- применение разработанного подхода позволяет диагностировать низкий, средний и высокий уровни компетентности в использовании визуальных учебных моделей на уроках математики у будущих учителей начальных классов.

Список использованных источников

1. White, R. W. Motivation reconsidered: the concept of competence / R. W. White // *Psychological Review*. — 1959. — № 66. — P. 297–333.
2. Равен, Дж. Компетентность в современном обществе. Выявление, развитие и реализация / Дж. Равен. — М. : Когито-центр, 2002. — 396 с.
3. Демченкова, С. А. Основные подходы к трактовке понятий «компетенция» и «компетентность» за рубежом и их содержательное наполнение / С. А. Демченкова // *Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin)*. — 2011. — № 13 (115). — С. 243–246.
4. Хуторской, А. В. Методологические основания применения компетентностного подхода к проектированию образования / А. В. Хуторской // *Высшее образование в России*. — 2017. — № 12. — С. 85–91.
5. Gathering Feedback on Teaching : Combining High-Quality Observations with Student Surveys and Achievement Gains [Electronic resource]. — Mode of access: <http://k12education.gatesfoundation.org/resource/gathering-feedback-on-teaching-combining-high-quality-observations-with-student-surveys-and-achievement-gains-3>. — Date of access: 29.04.2021.
6. Темняткина, О. В. Современные подходы к оценке эффективности работы учителей / О. В. Темняткина, Д. В. Токменинова // *Вопросы образования*. — 2018. — № 3. — С. 180–195.
7. Urban, M. «Conflict of Goals» as a Barrier for Effective Use of Visual Models in Primary Math Education / M. Urban, D. Vasilevska // *The Proceedings of the International Scientific Conference Rural Environment. Education. Personality (REEP)*, 14. Jelgava : Latvia University of Life Sciences and Technologies; in V. Dislere (Ed.). — 2021. — P. 234–239.
8. Урбан, М. А. Особенности и компоненты комплексного умения моделировать в современном начальном математическом образовании // М. А. Урбан, Т. В. Смолеусова // *Science for Education Today*. — 2020. — Т. 10. — № 4. — С. 139–155.
9. Shatri, K. The Use of Visualization in Teaching and Learning Process for Developing Critical Thinking of Students [Electronic resource] / K. Shatri, K. Buza // *European Journal of Social Sciences Education and Research*. — 2017. — № 4 (1). — Mode of access: <https://dx.doi.org/10.26417/ejser.v9i1>. — Date of access: 21.06.2021.
10. Кулешова, И. Г. Этапы понимания учебного материала: вопросы содержания / И. Г. Кулешова, И. В. Кисельников, Е. К. Брейтигам // *Science for Education Today*. — 2019. — Т. 9. — № 5. — С. 97–109.