



Рисунок 5 – Материалы для реализации приёма «Исторической реконструкции»

При правильной реализации рассмотренные приёмы способствуют формированию при изучении темы «Графы» следующих видов УУД:

- познавательные УУД: развитие умения анализировать и интерпретировать историческую информацию, устанавливать причинно-следственные связи, а также умение выделять главное и делать выводы на основе полученных данных;
- регулятивные УУД: планирование собственной учебной деятельности при работе с предложенными материалами, контроль понимания и осмысления информации;
- коммуникативные УУД: развитие навыков совместного обсуждения и обмена мнениями по изучаемой теме, умение аргументированно выражать свою точку зрения, слушать и учитывать мнение других участников учебного процесса.

В результате применения рассмотренных интерактивных приёмов урок становится более увлекательным и эффективным. Учащиеся не только лучше усваивают материал, но и развивают навыки критического мышления, работы в команде и самостоятельного поиска знаний. Такие методические приёмы делают обучение более интересным и полезным для учащихся.

Список литературы

1. Артемьева, С. В. Элементы комбинаторики и теории вероятностей : практикум по решению задач / С. В. Артемьева, Т. С. Курьякова. – 2-е изд., испр. и доп. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2008. – 125 с.
2. Болотюк, Л. А. Применение интерактивных методов обучения на практических занятиях по теории вероятностей и эконометрике / Л. А. Болотюк, А. М. Сокольникова, Е. А. Швед // Вестник евразийской науки. – 2013. – № 3. – С. 13–25.

ОЗНАКОМЛЕНИЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ЭЛЕМЕНТАМИ МЕТРОЛОГИИ И РАЗВИТИЕ ИХ АНАЛИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Е. П. Кузнецова, к. пед. н., доцент,

Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка,

Минск, Беларусь

e-mail: elenapav@tut.by

Аннотация. Акцентируется необходимость формирования у школьников представлений об элементах метрологии, о различиях величин и процедур их измерения, а также о реальных размерах объектов окружающей среды. Раскрыты приёмы развития аналитического мышления обучающихся при изучении геометрических величин.

Ключевые слова: элементы метрологии; величины, шкалы и измерения; представления обучающихся о размерах реальных объектов; формирование аналитического мышления.

INTRODUCING STUDENTS TO THE FUNDAMENTALS OF METROLOGY AND FOSTERING THE DEVELOPMENT OF THEIR ANALYTICAL SKILLS

E. P. Kuznetsova, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank,
Minsk, Belarus
e-mail: elenapav@tut.by

Abstract. The need to develop students' understanding of metrology elements, differences in quantities and measurement procedures, and the actual sizes of environmental objects is emphasized. Techniques for developing students' analytical thinking when studying geometric quantities are revealed.

Keywords: elements of metrology; quantities, scales, and measurements; students' perceptions of real-world object sizes; development of analytical thinking.

Искусственный интеллект о сути запрошенного понятия выдаёт обзор: «Аналитическое мышление – это способность критически оценивать информацию, разбивать сложные проблемы на части, выявлять взаимосвязи и делать обоснованные выводы; оно характеризуется логическим подходом, вниманием к деталям, поиском причинно-следственных связей и стремлением к объективности». В научных публикациях оно трактуется как способность человека к анализу информации для принятия решений, а в статье [2, с. 227] подчёркнуто, что «наиболее эффективным в плане развития аналитического мышления являются реальные практики», побуждающие учащихся к исследовательской деятельности. При изучении геометрических величин полезно ознакомление с принятой в метрологии классификацией величин (рисунок 1).

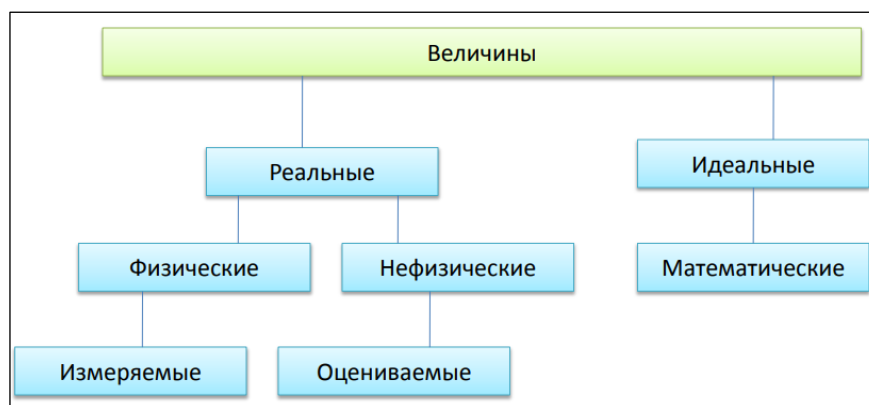


Рисунок 1 – Классификации величин из пособия [1, с. 16] по метрологии

Суть классификации величин (рисунок 1) воспринимается всеми как понятная, поскольку в ней использована общеизвестная терминология. Однако опрос, проведённый в марте 2025 года среди студентов физико-математического факультета БГПУ с помощью гугл-формы, разработанной дипломницей И. И. Соломаненко, не показал 100% умений различать виды величин. В содержание опроса для 57 студентов вошли 3 задания.

Задание 1. Наука метрология изучает величины и их измерение. Величины в метрологии делят на реальные и идеальные. По данному списку укажите номера тех величин, которые можно отнести к **реальным**: 1) *площадь треугольника*; 2) *объём комнаты*; 3) *температура тела*; 4) *градусная мера угла*; 5) *твёрдость минерала*; 6) *уровень знаний по алгебре*; 7) *температура воздуха*; 8) *настроение человека*; 9) *длина стороны ромба*; 10) *масса тела человека*. (Правильный ответ: 2, 3, 5–8, 10.)

Задание 2. Среди реальных величин в метрологии выделяют физические и нефизические. По списку из задания 1 укажите номера тех величин, которые относятся к **нефизическим**. (Правильный ответ: 5, 6, 8. *Пояснение*: твёрдость минерала оценивается по порядковой шкале Мооса, инструмент для измерения отсутствует.)

Задание 3. По списку из задания 1 укажите номера тех реальных величин, которые относятся к **измеряемым**. (Правильный ответ: 2, 3, 7, 10.)

Верных ответов на задание 1 было 63,9%, на задание 2 – 46,8%, на задание 3 – 81,7%. Из 57 участников только 3 человека (5,3%) усомнились в качестве своих ответов и захотели их уточнить. Итоги опроса показали, что у большинства студентов имеются интуитивные представления о различиях между величинами и процедурами их измерения, но полного понимания этих отличий при обучении в школе не сформировалось, и актуальность этой проблемы для самих обучающихся не очевидна. Логичен вывод о целесообразности ознакомления будущих учителей математики, физики и других дисциплин с элементами метрологии, с информацией о четырёх разных шкалах (отношений, интервалов, порядка, номинаций) и разных процедурах получения значений для идеальных и реальных величин (вычислении, измерении, оценивании).

Приведём пример в подкрепление актуальности проблем, связанных с величинами. Исследование, выполненное на факультете начального образования БГПУ в 2022 году, показало, что из 74 опрошенных студентов 96 % смогли вычислить площадь прямоугольника по формуле $S = ab$, но только 15% смогли обосновать применение формулы, пояснив, почему нужно выполнить умножение значений длин сторон [6]. Эти результаты согласуются с теорией Р. Скемпа [7] о дифференциации в обучении математике двух видов понимания – реляционного (понимание правил) и инструментального (знание правил). Одной из причин невысокого уровня понимания применяемых формул и правил является доминирование в школьной практике обучения математике ориентации педагогов на инструментальное понимание в ущерб реляционному.

Геометрические величины, представленные понятиями «градусная (радианная) мера угла», «длина отрезка», «площадь многоугольника/геометрической фигуры», «объём многогранника/геометрического тела» являются самыми знакомыми величинами и для школьников, и для студентов. В систематическом курсе геометрии определение каждой из этих конкретных величин может быть дано в двух вариантах: 1) конструктивное определение через описание процедуры измерения посредством сравнения фигуры (носителя этой величины) с другой фигурой (носителем единицы измеряемой величины) или с её частью; 2) дескриптивное неявное определение через формулирование системы аксиом этой величины.

Для идеальных математических величин, к которым относятся геометрические величины, возможен неограниченный процесс измерения за счёт наличия в математике предельных переходов при мысленной реализации в конструктивном определении двух видов абстракции (потенциальной бесконечности и актуальной бесконечности). Дескриптивное определение отдельной геометрической величины представляет собой набор аксиом, которое можно формулировать следующим образом: каждой фигуре соответствует положительная (или неотрицательная) величина, обладающая рядом свойств (инвариантность, аддитивность, нормированность). Формулы площади фигур, объёма тел, обоснованные с помощью этих аксиом, – результаты теоретических процедур измерения идеальных величин для абстрактных математических объектов, которые логично трактовать как точное вычисление этих геометрических величин.

Проблемой понимания идеальности геометрической величины как характеристики абстрактного математического объекта является то, что на пропедевтическом этапе (в начальной школе и в V–VI классах) смысл этих понятий связывается только с процедурами реальных измерений величин для физических моделей геометрических фигур (изображённых на бумаге углов и отрезков, моделей прямоугольников и т. п.). Их измерения проводятся с помощью материальных инструментов со шкалами (линейка и транспортир для длин отрезков и градусных мер углов) или инструмента без шкалы (палетки для площадей фигур). Неслучайно большинство обучающихся позже в VII–XI классах не замечают отличий между идеальными величинами математических объектов и физическими величинами с теми же названиями для реальных объектов. Не усвоены многими и правила оформления записей при использовании формулы площади объекта по данным, измеренным с помощью инструментов (в этом случае вместо знака «=» в записи формулы должен использоваться знак « $\approx$ », а для числового значения результата – ещё и правила округления, чтобы не появлялись ошибочные записи типа $S_{\text{окна}} = 2,35 + 0,42964 = 2,77964 \text{ (м}^2\text{)}$ или $S_{\text{окна}} \approx 2,35 + 0,42964 \approx 2,77964 \text{ (м}^2\text{)}$).

В одном из советов по развитию аналитического мышления рекомендуется подвергать сомнению поступающую информацию. Полезно, например, проверять числовые данные в условиях текстовых практико-ориентированных задач из учебных пособий, несоответствие действительности которых порой не замечают ни их авторы, ни педагоги. Так, в задании пособия [3, с. 15] некорректно указана высота 38 м для памятника на площади Победы в Минске, поскольку общая высота этого монумента составляет 41 метр (obelisk – 38 м и изображение ордена Победы – 3 м).

В статье [4] нами приведён ещё один пример задания из пособия [3, с. 25] (рисунок 2), проиллюстрированного изображением объектов, размеры которых явно нереальны, но и учащиеся, и учителя, ежегодно выполняя вычисления с этими данными, не обращают внимания на их абсурдность (на высоту ступеней более 70 см, при строительной норме до 18 см, на размеры ящика, который не войдёт в стандартные двери, на крутизну лестницы, – её угол наклона для жилых помещений допускается в пределах 27–38°).

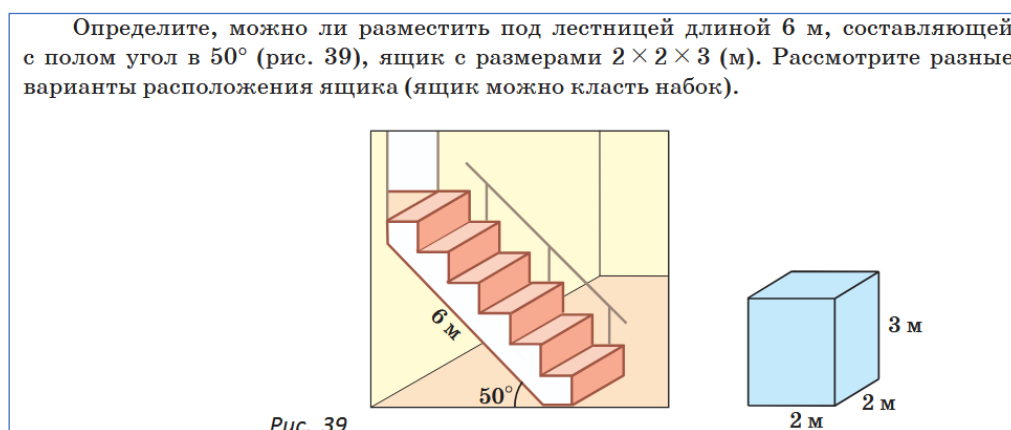


Рисунок 2 – Задание с иллюстрациями из пособия [3, с. 25]

Назовём довольно распространённые пробелы обучающихся в знаниях, связанные с измерениями длин и мер углов, с определениями их единиц измерения, с отсутствием представлений о размерах реальных объектов окружающей их среды. Так, будущие учителя не могут сформулировать определение носителей единиц измерения углов (1 градус и 1 радиан), не могут описать варианты реальных явлений и объектов, задающих расстояние в 1 метр. Многим не удаётся соотнести метрические данные об объекте с его графической моделью: на изображении тупого угла отмечают меру 87°; угол, подписанный на чертеже 30°,

выглядит как 45° и т. п. Учащиеся не могут показать длину (или расстояние), приближённо равную 1 дм, им трудно, оказывается, представить размеры куба с объёмом 1 литр, начертить от руки угол в 60° или 120° . Большинство из обучающихся не умеют использовать знания о своём росте, длине своего шага, длине стопы, ширине ладони для прикидки размеров окружающих предметов. Кроме того, игнорирование читателями абсурдных данных в условиях задач нередко связано с отсутствием у них опорных знаний о средних размерах объектов окружающего пространства, например: расстояние между этажами обычного жилого дома – 3 м, высота стола – 75 см, высота табурета – 45 см.

Привычка тренировать аналитическое мышление может помочь расширению кругозора обучающихся. Так, желание проверить информацию задания пособия [3, с. 19] о дорожном знаке «Крутой подъём 12%» (хотя бы потому, что подъём, соответствующий 12% и изображённый на чертеже из этого пособия, не выглядит крутым) приводит пытливых читателей к знакомству с порядковыми шкалами уклонов, которые разработаны для разных видов земной поверхности [5]. Из открытых источников можно узнать, что в большинстве таких шкал склон называют крутым при угле уклона $15\text{--}35^\circ$. По расчётам градусная мера угла, соответствующая крутизне 12%, то есть значению тангенса 0,12, составляет примерно $6^\circ 50'$ и входит в промежуток $4\text{--}8^\circ$, что по многим шкалам уклонов обозначает «пологий склон». А вот угол 50° , под которым наклонена лестница на рисунке 2, характеризует по некоторым шкалам уклонов «обрывистый» или даже «сильно обрывистый склон» [5, с. 46].

Таким образом, ознакомление обучающихся с элементами метрологии доступно в школьном курсе математики при изучении геометрических величин и практике реальных измерений, что способствует развитию аналитического мышления учащихся, а, следовательно, и формированию у них критического мышления.

Список литературы

1. Антонюк, Е. М. Основы метрологии, стандартизации и сертификации / Е. М. Антонюк. – URL: <https://etu.ru/assets/files/Faculty-Fibs/Vvedenie-v-specialnost/Antonyuk.pdf> (дата обращения: 22.06.2025).
2. Иванова, И. В. Решение задач развития научно-технического потенциала подрастающего поколения / И. В. Иванова, Н. Г. Иванов // Вестник Томского государственного университета. – 2019. – № 443. – С. 225–235.
3. Казаков, В. В. Геометрия: учебное пособие для 9-го класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения / В. В. Казаков. – Минск: Народная асвета, 2019. – 191 с.
4. Кузнецова, Е. П. Приём формирования критического мышления школьников посредством анализа метрических данных в практико-ориентированных задачах / Е. П. Кузнецова, И. И. Соломаненко // Матэматыка і фізіка. – 2024. – № 3. – С. 27–34.
5. Осипов, С. В. Шкалы уклонов земной поверхности и способы их разработки / С. В. Осипов // Вестник ВГУ, Серия: География. Геоэкология. – 2016. – №3. – С. 45–50.
6. Урбан, М. А. Проблема понимания в обучении математике: теория Р. Скемпа и школьная практика / М. А. Урбан // Матэматыка і фізіка. – 2022. – № 3. – С. 3–9.
7. Skemp, R. Relational Understanding and Instrumental Understanding / R. Skemp. — URL: <http://www.skemp.org.uk/> (date of access: 25.06.2025).