

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

---

DOI: 10.24888/2500-1957-2023-1-8-22

УДК  
372.851

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ STEM-ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ

<b>Кочагина Мария Николаевна</b> к.п.н., доцент KochaginaMN@mgru.ru г. Москва	Московский городской педагогический университет
<b>Белушкина Аксения Ионовна</b> учитель математики Belushkinaai@mgru.ru г. Москва	ГБОУ города Москвы «Школа № 2000»
<b>Звегинцева Анна Дмитриевна</b> учитель математики ZvegintsevaAD@mgru.ru г. Москва	ГБОУ города Москвы «Школа № 1494»
<b>Кашкина Наталия Анатольевна</b> учитель математики KashkinaNA@mgru.ru г. Москва	ГБОУ города Москвы «Школа № 152»
<b>Смирнова Ирина Вадимовна</b> учитель математики SmirnovaIV@mgru.ru г. Москва	ГБОУ города Москвы «Школа № 1568 имени Пабло Неруды»

**Аннотация.** В последние годы STEM-подход приобрел широкую известность в образовании. Аббревиатура STEM обозначает интеграцию науки, технологий, инженерии и математики, однако именно математика стоит обособленно в этом ряду. Остальные компоненты STEM – инженерия и естественные науки – используют специальное оборудование, а также они взаимосвязаны. В статье описаны возможности использования STEM-подхода в обучении математике учащихся основной и старшей школы, представлены инструменты STEM-оборудования, которые можно применить при изучении различных разделов математики. К каждому из направлений использования STEM-оборудования в обучении математике, описанных в статье, приведены виды комплексных заданий, раскрывающих применение STEM-оборудования на примере трех инструментов (клинометра-высотомера, разметчика Фибоначчи, измерительного колеса). Цель исследования – анализ и описание способов использования STEM-оборудования при обучении математике учащихся 5-11 классов. В исследовании были использованы методы теоретического исследования (анализ, синтез, моделирование, обобщение), анализ специальной литературы, а также эмпирические методы (измерение и наблюдение), метод экспертных оценок. Описанные в статье способы использования специального оборудования и различных заданий могут применяться при обучении математике учащихся как

предпрофильных и профильных классов, реализующих естественнонаучный профиль инженерной направленности, так и общеобразовательных классов. Задания, приведенные в статье, были разработаны и апробированы авторами. Знакомство будущих учителей математики с различными способами реализации STEM-подхода в образовании видим в качестве дальнейшего направления исследования. Наличие STEM-оборудования при таком подходе является важным условием, но не менее важна готовность учителя к реализации всего комплекса условий по реализации STEM-подхода в обучении математике, включая конструирование учебных заданий и организацию исследований в обучении.

**Ключевые слова:** обучение математике, STEM-образование, клинометр-высотомер, разметчик Фибоначчи, измерительное колесо, виды заданий.

### **Введение**

STEM-образование – это современный образовательный феномен, означающий повышение качества понимания обучающимися дисциплин, относящихся к науке, технологии, инженерии и математике, его цель – подготовить обучающихся к более эффективному применению полученных знаний для решения профессиональных задач и проблем (Люблинская, 2014; Чемяков, 2015; Nistor, 2018). В условиях такого подхода в образовании предполагается интеграция естественнонаучного, математического и инженерного образования, которая реализуется посредством организации практической деятельности обучаемых по проектированию, экспериментированию, исследованию, конструированию и программированию.

Использование STEM-подхода в образовании помогает создавать в сознании обучающихся стойкие логические связи между методами различных дисциплин. Школьники учатся смотреть на мир глобально, замечать закономерности и подобие в разных сферах деятельности, проводить исследования. За счет включения учащихся в практическую деятельность повышается их активность и осознанность при обучении, развиваются универсальные навыки XXI века (критическое мышление, креативность, коммуникация, командная работа). Обязательным условием реализации STEM-подхода в образовании является использование специального современного оборудования.

Несмотря на то, что STEM-подход включает и математическую составляющую, в настоящее время именно данная составляющая менее всего описана, отсутствуют общепринятые методические решения по использованию STEM-оборудования при обучении математике учащихся основной и старшей школ. Математика в STEM-образовании имеет прикладное значение. Математические знания учащиеся обычно используют как инструмент при выполнении естественнонаучных проектов, что помогает осознать учащимся важность математических знаний и методов. Однако, по мнению авторов, интеграция математики с другими компонентами STEM может быть глубже, а использование STEM-оборудования – это одно из направлений реализации этой интеграции.

Целью исследования стало выявление возможностей использования STEM-оборудования при обучении математике и описание методических приемов его использования.

### **Обзор литературы**

В настоящее время в образовательные учреждения России поставляется STEM-оборудование, и его активно используют в образовательном процессе. Опыт эксплуатации такого оборудования достаточно подробно описан в работах, посвященных анализу реализации STEM-подхода в дошкольном и начальном образовании (Волосовец, 2019; Чельшева, 2021). Авторы отмечают, что значимый для ребенка продукт получается при внедрении методов экспериментирования, работы в команде, диалога, конструирования разнообразных активностей. При этом отдельно выделяются условия организации

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

развивающей предметно-пространственной среды, среди которых указывается необходимость использования специальных наборов, пособий, конструкторов и т.п.

STEM-конструкторы (образовательные робототехнические модули Экзамен Технолаб, инженерные конструкторы и учебные имитационные модели FischerTechnik, образовательные наборы интернет вещей от МГБот и другие) используются в проектной деятельности учащихся (Хачатурьянц, 2021), в большей степени связанной с робототехникой (Иманова, 2018; Волосовец, 2019; Лебедева, 2021).

Требования к реализации STEM-подхода в образовании учитываются при подготовке будущих учителей естественных наук, информатики и робототехники (Абушкин, 2017; Шалашова, 2020; Шихуань, 2020).

В рамках Курчатовского проекта в Москве STEM-оборудование внедряется в ряде школ для реализации конвергентного (междисциплинарного) обучения, в Кванториумах, при этом обычно затрагивается содержание таких учебных предметов, как физика, химия и биология (Хачатурьянц, 2021; Лебедева, 2021). Реализация STEM-подхода в дополнительном образовании – еще одно современное направление развития образования (Морозова, 2019), которому посвящают свою работу научные конференции, занимающиеся изучением условий организации исследовательской деятельности учащихся. Так, в материалах IX Международной научно-практической конференции «Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве» отмечается, что знание, приобретаемое путем исследования, является «живым», работая с ним, учащийся ищет условия и границы его применимости, преобразовывает, расширяет и дополняет его, рассматривает в разных моделях и контекстах (Ермилин, 2018).

В Европейском отчете о текущей политике стран в области STEM-образовании указывается, что «математика является ключевым рычагом для преобразования преподавания STEM и обучения. Математика является основным предметом в STEM-образовании» (Nistor A, 2018, 7). В отчете прослеживаются следующие возможные пути развития математики в рамках STEM-образования:

- сделать математику доступной для большинства учащихся (обязательный этап в STEM-образовании);
- математизация естественных предметов (использование математических идей и методов в обучении естественным предметам);
- использование подходов естественных и инженерных наук в преподавании математики (интегрировать подходы, основанные на проектах, исследованиях в обучении математике).

Именно в направлении третьего пути развития математики в STEM-образовании было организовано настоящее исследование.

Реализация STEM-образования при изучении в математике измерений величин, таких как масса и объем, в начальной школе исследуется в работах (Montoro A.B, 2021). Авторы предлагают включать измерения величин в текстовые задачи, связанные с научными экспериментами или вопросами, связанными с инженерией. По их мнению, это дало бы возможность развить понимание идей измерений уже в начальной школе и доказать их полезность для решения проблем в профессиональной деятельности и в повседневной жизни. Кроме того, авторы анализируют тексты учебников математики и комплексные задания, представленные в учебниках. Они приходят к выводу, что приоритетное использование в обучении математике начальной школы личных, профессиональных или научных контекстов способствовало бы дальнейшему развитию STEM-образования, характеризующемуся умением решать проблемы и междисциплинарностью.

В работах (Обухов, 2018; Анисимова, 2018; Морозова, 2019; Лебедева, 2021) указывается, что развитием STEM-подхода в образовании является появление таких его новых направлений, включающих искусство (STEAM) и чтение (STREAM). Дополнение новых областей позволяет учащимся по-новому осмыслить свои знания, представив различные медиапродукты, например, созданные самостоятельно аудио или

видеоматериалы, буктрейлеры, тексты STEM-тематики. Чтение или изучение дополнительных источников информации является основным элементом получения новых знаний. Исследование ситуаций, в которых учащиеся могут совершенствовать свои навыки чтения математических источников, приведено в работах (Кочагина, 2020, 2021).

Необходимость деятельностного содержания и методического сопровождения для реализации STEM-подхода в образовании указываются в ряде работ (Обухов, 2020, 2022). Авторы предлагают описание практических заданий для реализации STEM-образования и рабочие листы для их проведения. Следует заметить, что 53% заданий связаны с необходимостью использовать различные математические знания для решения заданий из области программирования, информатики, биологии, химии или физики (Обухов, 2022, т. 2). В сборнике (Обухов, 2022, т. 3) приведены адаптированные задания из практики STEM-образования Великобритании и США, и здесь уже 76% заданий имеют математическое содержание, а 30% — охватывают исключительно предметную область «Математика» с применением оборудования и материалов, среди которых встречаются и измерительные инструменты.

### **Основная часть**

Перечень STEM-оборудования широкий. Анализ функционального назначения STEM-оборудования, которое может быть использовано при обучении математике, позволил отобрать такие инструменты как пантограф, клинометр-высотомер, разметчик Фибоначчи, измерительное колесо, инверсор, трисектор на антипараллелограммах и некоторые другие. Анализ опыта использования такого оборудования в школах позволяет сделать вывод об отсутствии в школах необходимых инструкций по его применению и методического сопровождения, что усложняет его использование в учебном процессе.

Выделим возможные направления применения STEM-оборудования для обучения математике:

- 1) знакомство с различными инструментами, целью и способами их использования при изучении соответствующего предметного содержания;
- 2) выявление математических принципов работы инструментов;
- 3) выполнение лабораторно-практических работ по математике с использованием STEM-оборудования;
- 4) решение комплексных контекстных заданий (ситуаций) при обучении математике, в которых целесообразно воспользоваться STEM-оборудованием;
- 5) измерение величин разными способами (с использованием STEM-оборудования и без него), сравнение точности измерений;
- 6) самостоятельное создание (конструирование) прототипов STEM-инструментов;
- 7) знакомство с профессиями, в которых используются изучаемые инструменты.

Выберем среди STEM-оборудования следующие инструменты: клинометр-высотомер, разметчик Фибоначчи и измерительное колесо. Приведем описание функциональных особенностей инструментов и их использование в различных направлениях при обучении математике учащихся основной и старшей школы.

**Цифровой клинометр** (рис. 1) – это прибор, позволяющий точно измерять высоту объекта. С помощью контрольной высоты на объекте измерения клинометр может рассчитать расстояние до объекта. Прибор будет показывать точные результаты измерений в электронном виде (из инструкции к клинометру-высотомеру электронному ЕС II-D).



*Рис. 1. Клинометр-высотомер ЕС II-D*

С помощью такого прибора можно точно измерить, например, высоту дерева.

Учащиеся старшей школы можно предложить задание на изучение математического принципа работы прибора при изучении, например, преобразований тригонометрических выражений и темы «Треугольники».

Ознакомить учащихся с последовательностью измерений высоты дерева с помощью прибора можно, используя видеоролик или презентацию с выделением обязательных этапов измерений:

- 1) отмерить на дереве засечку на высоте, равной 2 метра (рис. 2);

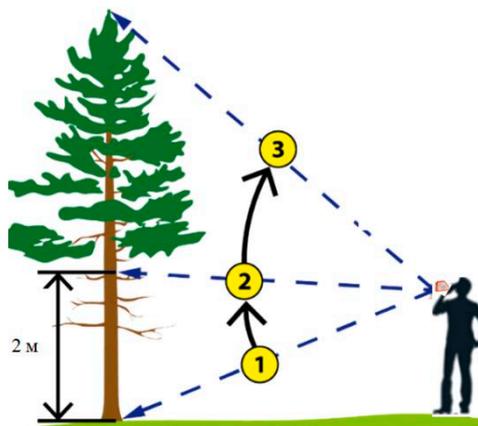


Рис. 2. Порядок наведения прибора на отметки при измерении высоты дерева

- 2) отойти от дерева на такое расстояние, чтобы отметка 2 метра и верхушка дерева были видны;

- 3) нажать дважды на кнопку «ON»;

- 4) навести клинометр-высотомер на основание дерева и зажать кнопку «ON» до звукового сигнала, при этом на экране высветится значение в градусах;

- 5) навести клинометр-высотомер на отметку 2 метра, зажать кнопку «ON» до звукового сигнала, на экране высветится расстояние до дерева в метрах;

- 6) навести клинометр-высотомер на верхушку дерева, в объективе будет показано значение угла между отметкой 2 метра и верхушкой, зажать кнопку «ON» до звукового сигнала, при этом на экране высветится результат измерения высоты дерева (рис. 3).



Рис. 3. Конечные показания прибора

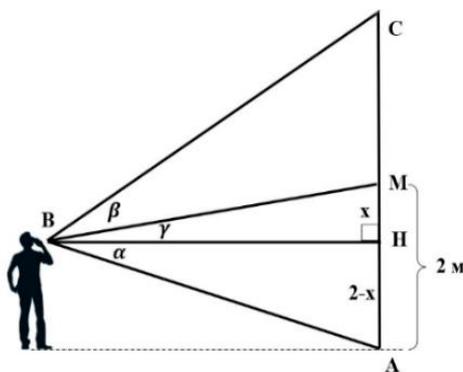


Рис. 4. Математическая модель измерений с помощью клинометра-высотомера

В условиях проведенного измерения высота дерева составляла 24,2 метра.

**Задание 1.** Раскройте смысл проведенных измерений высоты дерева, лежащих в основе принципа работы клинометра-высотомера.

**Решение.** Пусть  $AC$  – высота дерева, в точке  $B$  расположен клинометр-высотомер, точка  $M$  – отметка 2 метра на дереве (рис. 4). Найдём высоту дерева ( $AC$ ).

1) Производя первые четыре этапа измерений, узнаем, на сколько рост человека меньше (больше) 2 м, т. е. измеряется угол  $\gamma$ ; автоматически вычисляется угол  $(\alpha \pm \gamma)$ ; измеряем угол  $\beta$ .

2) После измерений и вычислений углов в треугольнике  $ABC$ , приступаем к вычислению линейных элементов. Один элемент треугольника известен на первом шаге измерений:  $AM=2$  м. На пятом этапе измерений прибор показывает расстояние  $BH$  до объекта, предварительно проведя необходимые вычисления: из  $\triangle BHM$  и  $\triangle BHA$  через тангенсы углов  $\gamma$  и  $\alpha$  выразим  $BH$ :  $BH = \frac{MH}{\operatorname{tg}\gamma}$ ,  $BH = \frac{AH}{\operatorname{tg}\alpha}$ . Пусть  $x = MH$ , тогда  $AH = 2 - x$ , получим

$$x \operatorname{tg}\alpha = 2 \operatorname{tg}\gamma - x \operatorname{tg}\gamma$$

$$x(\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\gamma) = 2 \operatorname{tg}\gamma$$

$$x = \frac{2 \operatorname{tg}\gamma}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\gamma}.$$

3) Найдём  $BH$  из треугольника  $BHM$ :  $\operatorname{tg}\gamma = \frac{MH}{BH}$ ,  $BH = \frac{x}{\operatorname{tg}\gamma}$ ,

$$BH = \frac{\frac{2 \operatorname{tg}\gamma}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\gamma}}{\operatorname{tg}\gamma} = \frac{2 \operatorname{tg}\gamma}{\operatorname{tg}\gamma(\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\gamma)} = \frac{2}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\gamma}.$$

Результат этих вычислений отображается на приборе на пятом этапе измерений.

4) Для промежуточных вычислений найдём  $HC$  из  $\triangle BCH$ :  $\operatorname{tg}(\beta + \gamma) = \frac{HC}{BH}$ ,

$$HC = BH \cdot \operatorname{tg}(\beta + \gamma) = \frac{2 \operatorname{tg}(\beta + \gamma)}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\gamma}$$

5) На последнем этапе на экран прибора выводится высота дерева  $AC$ , которую прибор вычисляет следующим образом:  $AC = AH + HC = 2 - x + HC$ ,

$$AC = 2 - \frac{2 \operatorname{tg}\gamma}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\gamma} + \frac{2 \operatorname{tg}(\beta + \gamma)}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\gamma} = \frac{2 \operatorname{tg}\gamma + 2 \operatorname{tg}(\beta + \gamma)}{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\gamma}.$$

В качестве задания для лабораторно-практической работы учащимся 8-9 классов можно предложить использовать различные инструменты для нахождения высоты дерева, в том числе, клинометр-высотомер.

**Задание 2.** Предложите способы нахождения высоты дерева, находящегося на территории школы. Укажите самое высокое дерево на территории школы.

Для выполнения задания учащимся следует предложить самостоятельный выбор измерительных инструментов. Выполнить задания они смогут, если разделятся на группы. Кроме непосредственных измерений, учащиеся смогут использовать косвенные измерения, придумать новые способы нахождения высот объектов, выбрать наиболее удобные. Обсуждая с учащимися возможность использования клинометров для решения производственных или профессиональных задач, следует дать возможность высказать свои предположения, а затем обратиться к различным источникам дополнительной информации. Так, учащиеся узнают, что клинометры используются для геодезических и измерительных задач, при топографической съемке и картировании. В лесном хозяйстве с помощью клинометра проводят измерение высоты деревьев, а результаты измерений используют при проведении инвентаризации леса, определении запаса насаждений. В таком случае, будут реализованы все принципы STEM-подхода в образовании.

**Разметчик Фибоначчи** – специальный инструмент, позволяющий быстро определять или размечать отрезки, длины которых находятся в отношении золотого сечения. Назван инструмент по имени итальянского математика Фибоначчи (Леонардо Пизанский, XIII век).

Разметчик представляет собой плоский механизм (рис. 5), состоящий из 4-х сочленённых стержней. Конструкция инструмента похожа на циркуль, раздвигая ножки разметчика, средняя ножка указывает точку деления отрезка в отношении золотого сечения.



Рис. 5. Разметчик Фибоначчи

Рассмотрим отрезок АВ (рис. 6). Пусть точка С делит отрезок АВ так, что длина меньшего отрезка так относится к длине большего, как длина большего отрезка относится к длине всего отрезка АВ, то есть  $\frac{CB}{AC} = \frac{AC}{AB}$ . Такое деление отрезка АВ точкой С называется золотым сечением отрезка.

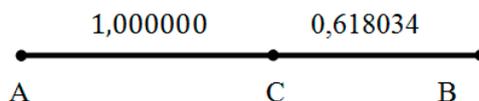


Рис. 6. Деление отрезка АВ точкой С в отношении золотого сечения

О золотом сечении имеет смысл начать говорить в 6 классе при изучении пропорций. Можно предложить несколько вариантов лабораторных работ и заданий с использованием разметчика, которые показывают использование разметчика Фибоначчи при изучении золотого сечения в природе, в пропорциях человеческого тела, в архитектуре. Полезно, чтобы учащиеся сами находили применение принципа золотого сечения в окружающем мире. Начать можно с рассмотрения отдельных отрезков и частей фигур (сторон треугольника, прямоугольника, частей пентаграммы). Целью может быть нахождение среди нескольких треугольников золотого треугольника – равнобедренного треугольника, в котором существует золотая пропорция между боковой стороной и основанием.

**Задание 3.** С помощью разметчика Фибоначчи найдите в пентаграмме: а) отрезки, находящиеся в отношении золотого сечения; б) золотые треугольники.

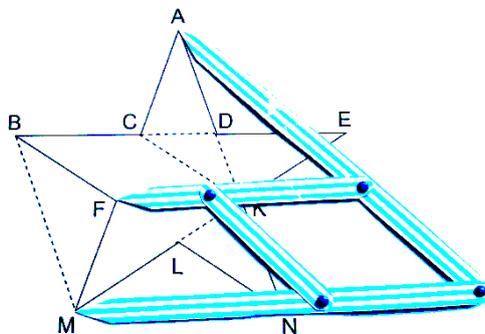


Рис. 7. Пентаграмма

В пентаграмме (рис. 7) каждый из пяти отрезков, составляющих фигуру, делит другой в отношении золотого сечения, а три вершины пентаграммы (МВЕ, АМН, АСD и другие) задают золотые треугольники.

С помощью разметчика Фибоначчи учащиеся могут проверить различные объекты на наличие отношения золотого сечения между их элементами, например, обнаружить отношение золотого сечения в дизайне зданий и храмов с древних времен.

**Задание 4.** С помощью разметчика Фибоначчи найдите элементы античного храма, связанные отношением золотого сечения (рис. 8).



Рис. 8. Древнегреческий храм Парфенон

Учащимся можно предложить найти золотую пропорцию в реальных архитектурных сооружениях, включив специальные задания в маршрутный лист *экскурсии*. Удобно, если разметчик Фибоначчи будет у каждого школьника во время занятия. Можно предложить школьникам задание по самостоятельному конструированию разметчика Фибоначчи. При этом для учащихся 6-7 классов желательно предложить схему сборки, а старшим учащимся можно предложить самостоятельно изучить математические основы конструкции данного прибора и, затем сконструировать его из любых доступных материалов.

Для учащихся 6-7 классов можно дать следующую инструкцию по изготовлению и сборке разметчика.

1. Из дерева, картона или плотной бумаги вырезать четыре планки, две из которых одинаковой длины:  $AF = AH = 340$  мм,  $BG = 210$  мм,  $AB = AC = BE = CE = 130$  мм,  $EG = 80$  мм. Закруглить или заострить края в нужных местах.

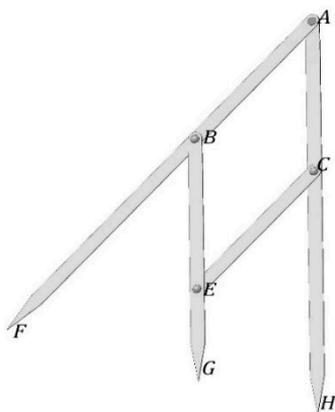


Рис. 9. Элементы разметчика Фибоначчи

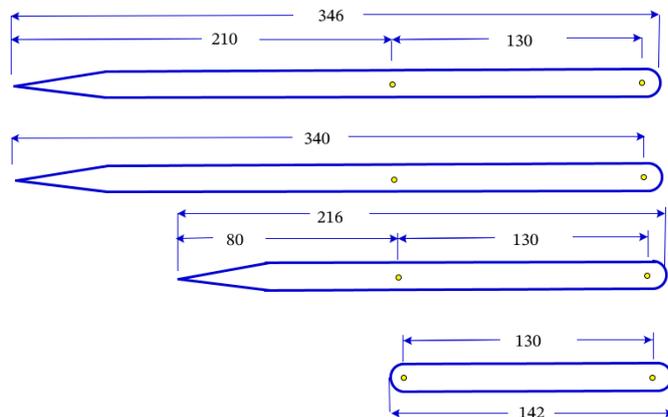


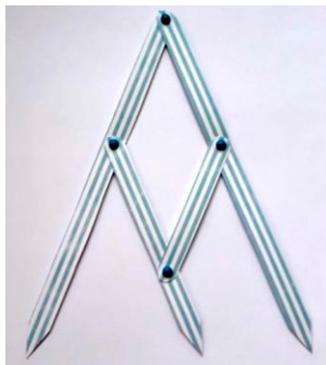
Рис. 10. Схема для сборки разметчика Фибоначчи

2. Сделать отверстия в планках в соответствии с рисунком 9.

3. Соединить планки болтами или брасами в зависимости от выбранного материала, как это показано на рисунке 10. Разметчик готов и его элементы удовлетворяет отношениям:  $FG:GH = FB:AB = CH:AC$ . Разметчик можно сделать и других размеров, отличных от данных значений, но в таком случае необходимо сохранить отношения между всеми элементами разметчика.

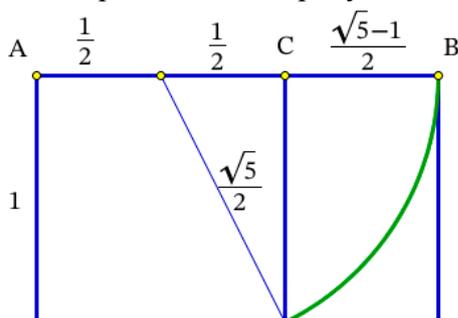
Учащимся 8-11 классов по силам будет сконструировать разметчик Фибоначчи самостоятельно из подручных материалов без инструкции.

*Задание 5.* Сконструируйте STEM-инструмент разметчик Фибоначчи (рис. 11).



*Рис. 11. Разметчик Фибоначчи, сконструированный обучающимися*

В ходе выполнения задания нужно будет выявить закономерности в конструкции и разобраться с математическими зависимостями, лежащими в основе конструкции данного инструмента. Точкой соединения больших и маленьких планок инструмента является точка, которая делит большую планку в отношении золотого сечения. Для того чтобы точно отметить эту точку, нужно воспользоваться циркулем и линейкой и решить задачу «Разделить данный отрезок в отношении золотого сечения с помощью циркуля и линейки». Один из способов решения этой задачи представлен на рисунке 12.



*Рис. 12. Деление отрезка AB точкой C в отношении золотого сечения с помощью циркуля и линейки*

К математическим зависимостям, лежащим в основе конструкции разметчика Фибоначчи, можно отнести подобие треугольников с коэффициентом, равным золотому сечению, и свойства параллелограмма.

Использование разметчика Фибоначчи поможет учащимся увидеть законы математики в природе, технике и окружающем мире и познакомит с инструментом, полезным в профессии архитектора, скульптора, дизайнера, художника, фотографа, ювелира, визажиста и многих других.



*Рис. 13. Измерительное колесо*

**Измерительное колесо** (рис. 13) – это ручной прибор для измерения длин извилистых участков на местности. Его главным элементом является специальное колесо, катящееся по измеряемой поверхности, соединенное со счетчиком оборотов. Принцип его работы заключается в перекачивании колеса по объекту, при этом счетчик, учитывая обороты колеса и его диаметр (который равен 318,47 мм), считает пройденное расстояние и выдает результат на циферблате. Наибольшее расстояние, которое может измерить колесо – 1 км (1000 оборотов), после этого показатели счетчика автоматически обнуляются.

Этот инструмент предназначен для измерения расстояний там, где нецелесообразно или невозможно использование линеек, рулеток или лазерных дальномеров. Например, когда необходимо измерить размеры неровного объекта или длину извилистой линии, такой как участок дорожки в парке для проведения марафона или тормозной путь автомобиля, попавшего в ДТП.

Использовать измерительное колесо можно при изучении различных тем школьного курса математики. Например, рассчитать абсолютную и относительную погрешность измерительного колеса учащиеся могут при изучении темы «Погрешность и точность приближения». При изучении длины окружности учащиеся на конкретном примере смогут узнать о ее использовании при измерениях на местности.

Формулировки заданий, раскрывающих перед учащимися особенности конструкции измерительного колеса, могут быть следующими.

**Задание 6.** Во сколько раз длина любой окружности больше своего диаметра? Сколько оборотов измерительного колеса укладывается в 100 м? Как рассчитать длину окружности колеса? Почему для измерений выбран диаметр измерительного колеса, равный 318,47 мм?

При изучении темы «Масштаб» можно предложить учащимся лабораторную работу на расчёт масштаба карты, в которой будет следующее задание.

**Задание 7.** Используя линейку (или курвиметр) измерьте размеры объектов на специальной карте школы, масштаб которой не указан, и сравните их с измерениями тех же объектов в реальности, полученных с помощью измерительного колеса. С помощью полученных результатов измерений рассчитайте масштаб карты.

Особенность заданий прикладного характера с применением измерительного колеса в том, что учащимся нужно будет провести самостоятельно некоторые измерения перед решением. Такие задания носят открытый характер и являются индивидуальными для каждого учащегося. Приведем пример прикладного задания, в котором нужно с помощью измерения найти недостающие данные, а потом решить задачу.

**Задание 8.** Рассчитайте, сколько килограммов асфальта необходимо закупить, чтобы заасфальтировать дорожку площадью  $S$  (конкретные значения площади получите в результате измерений реальных объектов с помощью измерительного колеса). Толщина асфальтового покрытия должна быть 3 см. На один квадратный метр требуется 70 кг асфальта.

Проводя измерения при выполнении задания, учащиеся смогут смоделировать применение измерительного колеса в профессиональной деятельности, используют научные методы исследования. Решая прикладные задачи, учащиеся познакомятся с применением измерительного колеса в дорожном строительстве, архитектуре, промышленности, геодезии.

### **Заключение**

В основе конструкции и использования всех трех инструментов (клинометра-высотомера, разметчика Фибоначчи, измерительного колеса) лежит математическая теория, которая при описанной организации обучения доступна учащимся. Задания, предложенные в статье, были использованы в обучении учащихся 8-11 классов и на занятиях по дисциплине «Методика обучения и воспитания (математика)» со студентами института цифрового образования Московского городского педагогического университета. В качестве экспертных оценок со стороны учителей математики и студентов о преимуществах использования

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

предложенных заданий и способов использования STEM-оборудования при обучении математике были отмечены следующие:

- “расширяются представления школьников о современных измерительных инструментах”;
- “видна заинтересованность и вовлеченность учащихся, выполняющих задания”;
- “решая задания, учащиеся видят применение математики в конструкциях инструментов”;
- “возможность работать руками, но при этом думать и решать математические задачи”.

Большинство экспертов указали, что не имели представления об инструментах, описанных в статье. Даже, если эксперты знали о наличии такого оборудования в школе, то полагали, что оно используется для обучения естественным наукам в инженерных классах.

В качестве замечаний или сомнений эксперты указывали, что “не во всех школах есть в наличии данные инструменты”, “может возникнуть проблема с недостатком времени на уроках математики для решения заданий с использованием этих инструментов”, “один инструмент (измерительное колесо) на всех учащихся класса – это мало, хорошо, если их несколько, например, по одному на небольшую группу, так как все захотят его использовать”.

Результаты анализа включения заданий со STEM-оборудованием на разных этапах обучения математике показывают интерес к ним со стороны учителей и учащихся, вовлеченность учащихся в процесс решения, активизацию деятельности учащихся и применение их социального опыта, сотрудничество и коммуникацию учащихся при выполнении заданий.

Задания, предложенные в статье, являются комплексными, в том смысле, что их включение в процесс обучения математике позволяет достичь сразу нескольких целей:

- организовать групповую работу и сотрудничество учащихся;
- реализовать междисциплинарный подход;
- формировать у учащихся функциональную грамотность и навыки XXI века;
- углубить предметные знания учащихся;
- знакомить учащихся с профессиями и возможностями использования STEM-оборудования при работе над собственными проектами.

Подобные задания могут найти свое место не только на уроках математики, но и во внеурочной деятельности, например, на отдельных STEM-курсах, где будет представлена и математическая составляющая. Особую значимость такие задания имеют для учащихся предпрофильных и профильных классов, реализующих естественнонаучный профиль инженерной направленности.

Включение разных направлений использования STEM-оборудования в процесс обучения математике окажет влияние на формирование инженерно-технических компетенций школьников, на приобщение к занятиям техническим творчеством, на развитие креативности учащихся.

Для использования в школах STEM-оборудования в процесс обучения математике необходимо, во-первых, наличие подобного оборудования в школах, во-вторых, информированность учителей о разных направлениях его использования, в-третьи, сформированности компетенций по подбору или разработки подходящих заданий, возможности включения методов исследования, конструирования или эксперимента в процесс обучения. У будущих учителей математики, физики и информатики на базе STEM-парка института цифрового образования МГПУ (Абушкин, 2017) существует возможность познакомиться с современным STEM-оборудованием и применить его для обучения учащихся.

**Список литературы**

- Абушкин Д.Б. Педагогический STEM-парк МГПУ // Информатика и образование. 2017. № 10. С. 8–10.
- Анисимова Т.И., Шатунова О.В., Сабирова Ф.М. Stem-образование как инновационная технология для Индустрии 4.0 // Научный диалог. 2018. № 11. С. 322–332.
- Волосовец Т.В., Маркова В.А., Аверин С.А. STEM-образование детей дошкольного и младшего школьного возраста. Парциальная модульная программа развития интеллектуальных способностей в процессе познавательной деятельности и вовлечения в научно-техническое творчество: учебная программа. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2019.
- Ермилин А.И., Ермилина Е.В. Дополнительное научное образование школьников: проблемы и перспективы // Научно-практическое образование, исследовательское обучение, STEAM-образование: новые типы образовательных ситуаций: Сборник докладов IX Международной научно-практической конференции «Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве». Том 1 / Под ред. А.С. Обухова. М.: МОД «Исследователь». Журнал «Исследователь/Researcher», 2018. С. 142–148.
- Иманова А.Н., Самуратова Р.Т., Жуманбаева А.О. Steam-технологии: инновации в естественно-научном образовании // Достижения науки и образования. 2018. № 8(30). С.75–76.
- Клинометр-высотометр электронный ЕС П-D. Инструкция. Режим доступа: <http://shop.lhm-pushkino.ru/image/data/инструкции/Инструкция%20ЕС%20П%20D.pdf>
- Кочагина М. Н. Дополнительное чтение по математике в цифровую эпоху // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия Информатика и информатизация образования. 2020. №4 (54). 79–87. DOI:10.25688/2072-9014.2020.54.4.08.
- Лебедева Т.Н., Шефер О.Р., Белоусов А.О. Реализация конвергентного подхода в образовательной среде лица для мотивации обучающихся к научно-техническому творчеству. Челябинск: Южно-Уральский научный центр РАО. 2021.
- Люблинская И.Е. STEM в школе и новые стандарты среднего естественно-научного образования в США // Проблемы преподавания естествознания в России и за рубежом / Под редакцией Е.Б. Петровой. М.: ЛЕНАНД. 2014. С. 6–23. (Психология, педагогика, технология обучения, № 44).
- Морозова О.В., Духанина О.В. STEAM-технологии в дополнительном образовании детей // Баландинские чтения, 2019. т. XIV. С. 553–556. DOI 10.24411/9999-001A-2019-10127
- Обухов А.С., Ловягин С.А. Задания для практики STEM-образования: от суммы частных задач и учебных дисциплин к целостному деятельностному междисциплинарному подходу // Исследователь/ Researcher. 2020. № 2. С. 63–82.
- Практические задания в области STEM-образования: Сборник в трех томах. Том 2. Задания для работы с учащимися 5–11 классов / Редактор и составитель А.С. Обухов. Научный консультант С.А. Ловягин. М.: Библиотека журнала «Исследователь/Researcher», 2022.
- Практические задания в области STEM-образования: Сборник в трех томах. Том 3. Задания для работы с учащимися 7–10 классов из практики Великобритании и США / Редактор и составитель А.С. Обухов. Научный консультант С.А. Ловягин. М.: Библиотека журнала «Исследователь/ Researcher», 2022.
- Хачатурьянц В.Е., Теремов А.В. Использование элементов STEAM-образования в межпредметной интеграции биологических знаний школьников на базе создаваемой в России сети Кванториумов // Европейский союз ученых. 2021. № 1. С. 56–60.
- Чельшева Ю.В. Steams-среда и навыки будущего // STEAMS практики в образовании: Сборник лучших STEAMS практик в образовании / Сост. Е.К. Зенов, О.В. Зенкова. М.: Издательство «Перо». 2021. С. 13–15.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

- Чемеков В.Н., Крылов Д.А. Stem – новый подход к инженерному образованию // Вестник Марийского государственного университета. 2015. № 5 (20). С. 59–63.
- Шалашова М.М. STEM-педагог: учитель будущего // Образовательная политика. 2020. №5. С. 34–38.
- Шихуань С., Сунг Ч.-Ч., Шин Х.-Ч. Разработка междисциплинарного STEM-модуля для учителей средней школы: поисковое исследование // Вопросы образования. 2020. № 2. С. 230–251.
- Kochagina M.N. Math textbook in teaching a modern schoolchild / Textbook: Focus on Students' National Identity// Arpha Proceedings (31 мая 2021). 485–501. DOI: 10.3897/ap.e4.e0485
- Montoro A.B., Aguayo-Arriagada C.G., Flores P. Measurement in Primary School Mathematics and Science Textbooks. Mathematics 2021. 9. 2127. 2–19. DOI:10.3390/math9172127
- Nistor A., Gras-Velazquez A., Billon N., Mihai, G. Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Practices in Europe. Scientix Observatory report. European Schoolnet, Brussels, 2018.

### USING STEM-EQUIPMENT IN TEACHING MATHEMATICS

<b>Kochagina M. N.</b> Ph.D (Pedagogy), associate professor KochaginaMN@mgpu.ru Moscow	Moscow City University
<b>Belushkina A. I.</b> mathematics teacher Belushkinaai@mgpu.ru Moscow	"School № 2000", Moscow
<b>Zvegintseva A. D.</b> mathematics teacher ZvegintsevaAD@mgpu.ru Moscow	"School № 1494", Moscow
<b>Kashkina N. A.</b> mathematics teacher KashkinaNA@mgpu.ru Moscow	"School № 152", Moscow
<b>Smirnova I. V.</b> mathematics teacher SmirnovaIV@mgpu.ru Moscow	"School № 1568 named after Pablo Neruda", Moscow

**Abstract.** During last years, the STEM approach became widely known in education. The abbreviation STEM signifies the integration of science, technology, engineering and mathematics, but exactly mathematics stands apart in this row. The other STEM components, engineering and natural sciences, use special equipment and are interdependent. The article describes the possibilities of using the STEM approach in teaching mathematics to secondary school students, presents the tools of STEM equipment that can be used in the study of different sections of mathematics. For each of the areas of using STEM equipment in teaching mathematics described in the article, the types of complex tasks are given, disclosing the application of STEM equipment on the example of three tools (clinometer-altimeter, Fibonacci caliper, measuring wheel).

The purpose of the study was to analyze and describe the ways of using STEM equipment in teaching mathematics to students in grades 5-11. The methods of

theoretical research (analysis, synthesis, modeling, generalization), analysis of special literature, also empirical methods (measurement and observation) and the method of expert estimations were used. The ways of using special equipment and various tasks described in the article can be applied in teaching mathematics to students of pre-professional and natural science classes of engineering orientation, along with general education classes. The tasks given in the article were developed and tested by the authors. We see the introduction of upcoming mathematics teachers to different ways of realizing the STEM approach in education as a future direction of research. The availability of STEM equipment with this approach is an important condition, but no less important is the teacher's preparation for the realization of the full range of conditions for the implementation of the STEM approach in teaching mathematics, including the construction of educational tasks and the organization of education.

**Keywords:** teaching mathematics, STEM-education, clinometer-altimeter, Fibonacci caliper, measuring wheel, types of tasks.

### References

- Abushkin, D. B. (2017). Pedagogical STEM-park of Moscow city university. *Informatics and education*, (10), 8-10. (In Russ., abstract in Eng.)
- Anisimova, T. I., Shatunova, O. V., Sabirova, F. M. (2018). STEAM-Education as Innovative Technology for Industry 4.0. *Nauchnyy dialog*, 11, 322-332. DOI: 10.24224/2227-1295-2018-11- 322-332. (In Russ.)
- Chelysheva, Ju. V. (2021). Steams-sreda i navyki budushhego. In *STEAMS praktiki v obrazovanii: Sbornik luchshih STEAMS praktik v obrazovanii*. Sost. E.K. Zenov, O.V. Zenkova. Moskva: Izdatel'stvo «Pero». Pp. 13-15. (In Russ.)
- Chemekov, V. N., Krylov, D. A. (2015). Stem – novyj podhod k inzhenernomu obrazovaniju. *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta*, 5 (20), 59-64. (In Russ.)
- Digital clinometer with distance calculation EC II-D. Manual*. Режим доступа: <http://shop.lhm-pushkino.ru/image/data/инструкции/Инструкция%20EC%20II%20D.pdf>
- Ermilin, A. I., Ermilina, E. V. (2018). Dopolnitel'noe nauchnoe obrazovanie shkol'nikov: problemy i perspektivy [*Nauchno-prakticheskoe obrazovanie, issledovatel'skoe obuchenie, STEAM-obrazovanie: novye tipy obrazovatel'nyh situacij*]. Sbornik dokladov IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Issledovatel'skaja dejatel'nost' uchashhihsja v sovremennom obrazovatel'nom prostranstve». Tom 1, pod red. A.S. Obuhova. (pp. 142-148). Moscow: MOD «Issledovatel'». Zhurnal «Issledovatel'/Researcher» (In Russ.)
- Imanova, A. N., Samuratova, R. T., Zhumanbaeva, A. O. (2018). Steam - tehnologii: innovacii v estestvenno-nauchnom obrazovanii. *Dostizhenija nauki i obrazovanija*, 8 (30), 75-76. (In Russ.)
- Khachataryants, V. E., Teremov, A. V. (2021). Use of STEAM education elements in interdisciplinary integration of biological knowledge of students on the basis of the created system of Quantoriums in Russia. *EurasianUnionScientists*, 1(82), 56-60. DOI:10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.82.1201 (In Russ. abstract in Eng.)
- Kochagina, M. N. (2020). Additional Reading on Math in the Digital Age. *Vestnik of Moscow city university. Series: Informatics and informatics and informatization of education*, 4(54), 79-87. DOI:10.25688/2072-9014.2020.54.4.08. (In Russ., abstract in Eng.)
- Kochagina, M. N. (2021). Math textbook in teaching a modern schoolchild / Textbook: Focus on Students' National Identity. *Alpha Proceedings*, 485-501. DOI:10.3897/ap.e4.e0485
- Lebedeva, T. N., Shefer, O. R. & Belousov, A. O. (2021). *Implementation of a convergent approach in the educational environment of the lyceum to motivate students to scientific and technical creativity*. Chelyabinsk: South Ural Scientific Center Russian Academy of Education (RAE). (In Russ.)

- Ljublinskaja, I. E. (2014). STEM v shkole i novye standarty srednego estestvenno-nauchnogo obrazovanija v SShA. *Problemy prepodavanija estestvoznaniya v Rossii i za rubezhom*. Pod redakcij E.B. Petrovoj. Moscow: LENAND (Psihologija, pedagogika, tehnologija obuchenija, № 44) (In Russ.)
- Montoro, A. B., Aguayo-Arriagada, C. G., Flores, P. (2021). Measurement in Primary School Mathematics and Science Textbooks. *Mathematics* 9, 2127, 2-19. DOI:10.3390/math9172127
- Morozova, O. V., Dukhanina, E.S. (2019). STEAM technologies in children's additional education. In *Balandin Reading*. Novosibirsk, V. XIV, pp. 553-556. DOI 10.24411/9999-001A-2019-10127 (In Russ.)
- Nistor, A., Gras-Velazquez, A., Billon, N. & Mihai, G. (2018). *Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Practices in Europe. Scientix Observatory report*. December 2018. European Schoolnet. Brussels.
- Obuhov, A. S., Lovjagin, S. A. (2020). Zadaniya dlja praktiki STEM-obrazovanija: ot summy chastnyh zadach i uchebnyh disciplin k celostnomu dejatel'nostnomu mezhdisciplinarnomu podhodu // *Issledovatel'/ Researcher*, (2), 63-82.
- Prakticheskie zadaniya v oblasti STEM-obrazovanija: Sbornik v treh tomah, tom 2. Zadaniya dlja raboty s uchashhimisja 5–11 klassov*. (2022). Redaktor i sostavitel' A. S. Obuhov. Nauchnyj konsul'tant S. A. Lovjagin. Moskva: Biblioteka zhurnala «Issledovatel'/Researcher» (In Russ.)
- Prakticheskie zadaniya v oblasti STEM-obrazovanija: Sbornik v treh tomah, tom 3. Zadaniya dlja raboty s uchashhimisja 7–10 klassov iz praktiki Velikobritanii i SShA*. (2022). Redaktor i sostavitel' A. S. Obuhov. Nauchnyj konsul'tant S. A. Lovjagin. Moskva: Biblioteka zhurnala «Issledovatel'/ Researcher» (In Russ.)
- Shalashova, M. M. (2020). STEM-teacher: a teacher for the future. *Educational Policy*, 5, 34-38. (In Russ., abstract in Eng.)
- Shihkuan, H., Sung, C-C., Sheen, H-J. (2020). Developing an Interdisciplinary Bio-Sensor STEM Module for Secondary School Teachers: An Exploratory Study. *Educational Studies*, 2, 230-251. DOI:10.17323/1814-9545-2020-2-230-251. (In Russ., abstract in Eng.)
- Volosovec, T. V., Markova, V. A., Averin, S. A. (2019). *STEM-obrazovanie detej doshkol'nogo i mladshego shkol'nogo vozrasta. Parcial'naja modul'naja programma razvitija intellektual'nyh sposobnostej v processe poznavatel'noj dejatel'nosti i вовлечения в научно-техническое творчество: uchebnaja programma*. Moscow: Binom. Laboratorija znaniy. (In Russ., abstract in Eng.)