

Теоретическое обоснование: Гипотеза основывается на представлении о том, что в устойчивом положении равновесия потенциальная энергия физического тела (кнопки) стремится к минимуму. Кнопка, находясь на проникающей поверхности, будет стремиться к своему устойчивому положению, хотя влияние случайных факторов при проведении вероятностного эксперимента может привести к тому, что тело окажется в энергетически менее выгодном метастабильном положении, с вероятностью, обратно пропорциональной потенциальной энергии.

Нетрудно показать [5], что отношение потенциальных энергий относительно проникающей поверхности (в качестве таковой удобно использовать манную крупу или муку), для положений с острием вверх / вниз есть:

$$\frac{W_1}{W} = \frac{(S_{\text{O}} - S_{\Delta}) \cdot \frac{1}{2}s + S_{\Delta} \cdot (s+b)}{(S_{\text{O}} - S_{\Delta}) \cdot \frac{1}{2}s - S_{\Delta} \cdot b}, \quad (1)$$

где $S_{\text{O}} = \pi d^2$ – площадь круга головки кнопки; $S_{\Delta} = \frac{1}{2}a(h-s)$ – площадь стержня (острия) кнопки. Центр масс равнобедренного треугольного стержня

кнопки находится на одной трети от длины медианы: $b = \frac{1}{3}(h-s)$.

Результаты измерений и расчетов: Размеры кнопки (мм): диаметр $d = 11,5 \pm 0,5$ (или $d = 9,5 \pm 0,5$); высота $h = 3,25 \pm 0,25$; толщина $s = 0,6 \pm 0,1$; ширина стержня $a = 2,0 \pm 0,2$.

Экспериментальные результаты ЛРМ представлены в табл. (частично) и на рис. 3 и рис. 4 в виде частотных гистограмм распределения для кнопок с различным диаметром головки. Каждый раз на подготовленную (выровненную) проникающую поверхность в виде слоя манной крупы примерно с полуметровой высоты бросалось 50 кнопок. Вначале удалялись «слипшиеся» пары кнопок, а затем проводился с последовательным выниманием кнопок подсчет числа кнопок «острием вверх» и «острием вниз» с контролем неизменности общего числа кнопок. После заполнения таблицы с первичными экспериментальными данными, опыт повторялся. По завершении эксперимента (100-кратное бросание 50-ти кнопок) проводилась обработка первичных данных с использованием инструментов статистического анализа MS Excel.

Таблица 1

Фрагмент экспериментальной таблицы с первичными данными опытов вероятностного эксперимента по случайному бросанию канцелярских кнопок

N	Острием вверх	Острием вниз	Всего	Исключенные
1	21	29	50	0
2	26	24	50	0
3	24	26	50	0
4	24	26	50	0
5	21	25	50	4
6	21	29	50	0
7	25	25	50	0

Центр гистограммы распределения, как видно из рис. 3 и 4, смещен вправо от единицы и находится в промежутке от 1,1 до 1,2. С учетом довольно заметной дисперсии экспериментальных распределений кнопки с различным диаметром дают распределения без статистических значимых различий. При этом расчет по формуле (1) отношения потенциальных энергий дал оценку $W/W' = 1,24 \pm 0,15$ [5]. Таким образом, результаты ЛРМ в пределах погрешности не противоречат гипотезе исследования.

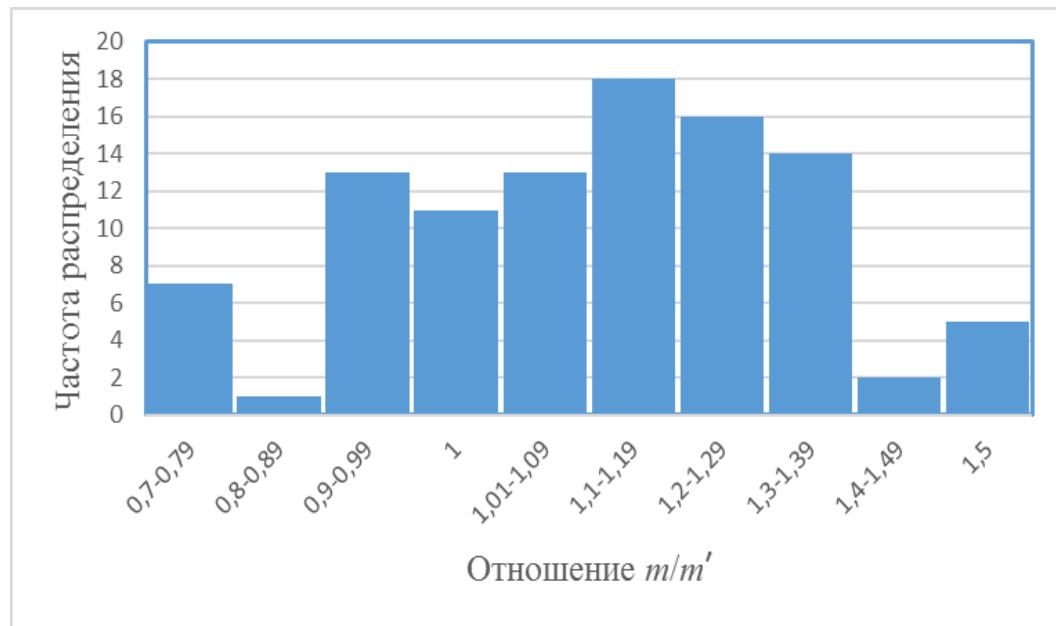


Рис. 3. Частотная гистограмма распределения отношения m/m' , где m – частота выпадений кнопки острием вниз, m' – частота выпадений кнопки острием вверх. Количество измерений $N = 100 \times 50$, $d = 12$ мм

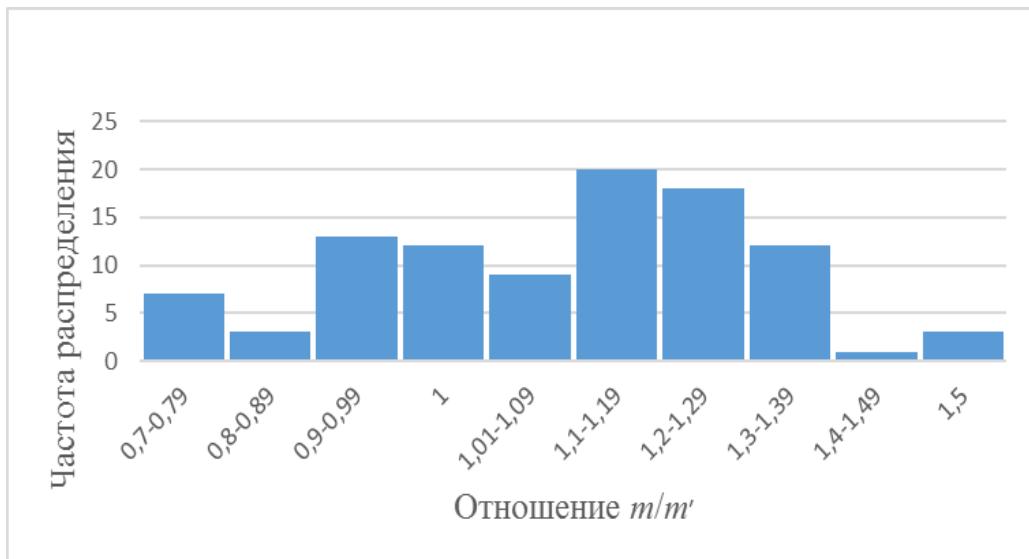


Рис. 4. Частотная гистограмма распределения отношения m/m' , где m – частота выпадений кнопки острием вниз, m' – частота выпадений кнопки острием вверх. Количество измерений $N = 100 \times 50$, $d = 10$ мм

В контексте настоящей работы, с помощью цифровой лаборатории 1С [20] нами были проведены аналогичные виртуальные испытания по подбрасыванию кнопки в том же объеме, что и выше. Результаты

представлены в виде частотной гистограммы на рис. 5. Видно, что, как и в натурном эксперименте, гистограмма распределения смещена вправо от единицы, т. е. «виртуальная кнопка» острием вниз выпадает чаще, чем острием вверх. Это, однако, противоречит «естественней» постановке опыта типа Э-І.



Рис. 5. Частотная гистограмма распределения отношения m/m' , где m – частота выпадений кнопки острием вниз,

m' – частота выпадений кнопки острием вверх.

Количество измерений $N = 100 \times 50$ (виртуальная лаборатория 1С)

Выводы: в ходе выполнения ЛРМ освоена методика проведения натурного вероятностного эксперимента типа Э-ІІ с измерением относительной частоты случайного события для объекта с нарушенной симметрией (канцелярской кнопки). Проведено $N = 100$ случайных бросаний 50-ти кнопок в проникающую среду (манная крупка). Статистическая обработка данных свидетельствует в пользу гипотезы о том, что отношение частот m/m' , где m – частота выпадений кнопки острием вниз, m' – частота выпадений кнопки острием вверх, определяется отношением потенциальных энергий в двух положениях относительно проникающей поверхности и с наибольшей вероятностью заключено в диапазоне $1,1 < m/m' < 1,2$. Имитационные опыты по виртуальному бросанию кнопки с помощью компьютерной программы разработки Цифровой лаборатории 1С показали, что, как и в натурном эксперименте, гистограмма распределения смещена вправо от единицы, т. е. «виртуальная кнопка» острием вниз выпадает чаще, чем острием вверх, как и в натурном эксперименте.

Вместе с тем, для более достоверных выводов необходимо увеличить количество проведённых экспериментов, что позволит уменьшить дисперсию распределений статистических данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе осуществлены подготовка и постановка натурной

лабораторной работы по математике со случайным бросанием в проникающую среду объекта с нарушенной симметрией (канцелярской кнопки) с обработкой данных испытаний с помощью статистических инструментов MS Excel. Установлено, что отношение частот m/m' выпадений кнопки острием вниз / острием вверх устойчиво больше единицы, тогда как случайное бросание кнопок на твердую поверхность дает противоположный результат. Результаты эксперимента по случайному бросанию кнопки на проникающую поверхность количественно в пределах дисперсии эмпирических данных соответствуют отношению потенциальных энергий в положениях кнопки острием вверх / острием вниз. Проведено сопоставление результатов натурного эксперимента с имитационными результатами работы коммерческой учебной компьютерной программы разработки фирмы 1С, моделирующей этот эксперимент и, в пределах заметной статистической дисперсии данных, давшей аналогичный результат.

Как показала апробация нашей работы, подготовка и выполнение лабораторной работы по математике с натурной верификацией виртуального вероятностного опыта (на примере случайног бросания канцелярской кнопки) способствует повышению уровня мотивации обучающихся к более глубокому и осознанному изучению математики, установлению и использованию межпредметных связей математики с сопряженными дисциплинами (физика, информатика и ИКТ, технология). Выполнение ЛРМ эффективно формирует и комплексно развивает компетенции обучающихся в части исследовательской деятельности. Разобранная лабораторная работа по математике и ЛРМ, подобные ей, допускают уровневую дифференциацию и могут быть выполнены едва ли не на любом уровне образования – от основной общей до высшей школы, – в зависимости от степени погружения в проблему исследования и проработки физико-математической модели явления.

Комментарий:

Отличительными особенностями содержания карт является то, что они рассчитаны на одновременную работу с детьми с разным уровнем математической подготовки, на формирование положительной мотивации в изучении математики, понимании единства мира, осознании положения об универсальности математических знаний.

Обучающиеся заранее получают задание самостоятельно ознакомиться с теорией предлагаемых методов (модель перевернутого класса), а также подготавливают идеи относительно натурной и компьютерной реализации метода.

В процессе кратких собеседований перед началом выполнением первых работ выяснилось, что выделяются три группы обучающихся, готовых к выполнению работы, соответственно, на репродуктивном, частично-исследовательском и исследовательском уровне.

Наиболее подготовленные обучающиеся не только грамотно выполняют работы и проводят статистическую обработку

данных, но предлагают идеи улучшения метода (исследовательский уровень).

Выполнение работ, в наибольшей степени следует считать цифровой. Само выполнение проходит в интерактивном стиле со свободным обменом идеями между группами; отметим явный дефицит у подростков школьных навыков в подготовке и осуществлении учебной лабораторной и проектно-исследовательской деятельности.

Педагогическая целесообразность: повысить конкурентоспособность в научной, проектной и исследовательской деятельности и повысить личностный интерес к развитию собственной личности.

Задачи обучения:

-расширить представление о сферах применения математики в естественных науках (биология, химия, физика), производстве (технология, 3Д-моделирование, Робототехника, ...);

-учить способам поиска цели деятельности, поиска и обработки информации, синтезировать знания.

Задачи развития:

-способствовать развитию основных процессов мышления: умение анализировать, сравнивать, синтезировать, обобщать, выделять главное, доказывать, опровергать;

-развивать навыки успешного самостоятельного решения проблемы.

В основу положен системно-деятельностный принцип:

-принцип управляемого перехода от деятельности в учебной ситуации к деятельности в жизненной ситуации;

-принцип перехода от совместной учебно-познавательной к самостоятельной деятельности обучающегося;

-принцип опоры на процессы спонтанного развития;

-принцип формирования потребности в творчестве и умений творчества.

Методы обучения:

-Историко-библиографический метод (изучение истории решения прикладных задач математиками прошлого; изучение современных методов решения прикладных задач);

- Задачный метод (решение специально подобранных контекстных задач);

- Проектный метод (выполнение учебно-исследовательских проектов, включающих решение практических задач);

- Модельный метод (построение математических / компьютерных моделей реальных объектов, процессов, явлений; исследование моделей, прогнозирование);

-Экспериментально-лабораторный метод (построение и экспериментально-лабораторное исследование математических моделей реальных объектов, процессов, явлений в форме лабораторных работ по математике).

В ходе реализации есть возможность **сформировать следующие компетенции у обучающихся:**

1. Учебно-познавательные компетенции Способность самостоятельно находить пути решения проблемных ситуаций и задач, доказывать свою точку зрения.

2. Функциональные компетенции Развитие проблемных зон в данном виде компетенций, выявленных в ходе входного контроля, в частности умений делать аргументированные выводы и предположения, выдвигать гипотезы, анализировать содержание текста, оценивать и сопоставлять численные параметры.

3. Информационные компетенции Поиск и верификация образовательных материалов в сети Интернет, работа с ресурсами для поиска литературы, изучение математических программ.

4. Общекультурные компетенции Освоение культуры доказательства задач, осознание важности математики в жизни любого человека. Понимание необходимости взаимодействия научного сообщества с людьми, обсуждение важных открытий в данной науке.

5. Коммуникативные компетенции Умение взаимодействовать с другими учениками очно и дистанционно, выстраивать дружеские отношения в коллективе, поддерживать ребят, находить с ними общие темы, терпимо и корректно относиться к неудачам других, способность решать ситуационные конфликты, а также способность предлагать, просить и принимать помощь.

6. Ценностно-смысловые компетенции Осознание ценности научной истины и познания сути явлений, выявления причинно-следственных связей, укрепление понимания ценности своей жизни и здоровья, а также жизни и здоровья других людей, осознание ценности полученных знаний и ценности значимых открытий в математике, влияющими на жизнь современных людей.

Использование цифрового оборудования Центра Точка Роста способствует гармоничному формированию и развитию двух ипостасей обучающегося математике:

- *обучающегося «математика-теоретика»* (решение задач, построение математических моделей процессов и/или явлений окружающей действительности, нахождение решения в рамках математической модели, построение при необходимости алгоритма численного решения, обработка данных, интерпретация результатов, и др.);

- *и обучающегося «математика-экспериментатора»* (постановка натурного или виртуального эксперимента, подбор необходимых экспериментальных средств, реализация алгоритма численного решения, и др.).

Как показало наблюдение за ходом выполнения работ, данная деятельность вызывает активный самоподдерживающийся интерес современных подростков. Более того, происходит «смещение» мышления обучающихся от репродуктивного уровня простого исполнения по инструкции к частично исследовательскому и даже исследовательскому, когда обучающийся генерирует идеи улучшения существующих или постановки новых.

Последовательно решая экспериментальные и/или теоретические задачи, подросток осознает свои дефициты в конкретных математических разделах, и восполняет их, – самостоятельно или с помощью педагога. Одновременно формируются как конкретные умения, так и деятельностная личность (само)обучающегося гражданина исследователя. Возможно, это является наиболее значимым итогом лабораторного подхода к обучению математике.