

ВКЛЮЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКЕ ФИЗИКИ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ КАЛЬКУЛЯТОРОВ СЕРИИ CLASSWIZ FX-82EX

И.Е. Вострокнутов , д.п.н., профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Арзамасский филиал; vostroknutov_i@mail.ru	I.E.Vostroknutov , DrSci (Pedagogy), Professor, FGAOU VO «National Research Nizhny Novgorod State University. N.I. Lobachevsky» Arzamas Branch; vostroknutov_i@mail.ru
Г.Г. Никифоров , к.п.н., с.н.с., Центр естественнонаучного образования, Институт стратегии развития образования РАО, Россия, Москва; nikiforowgg@mail.ru	G.G. Nikiforov , PhD (Pedagogy), Higher Senior Officer of Natural-science center of Education Development Strategy Institute of the Russian Education Academy, Russia, Moscow; nikiforowgg@mail.ru
Ключевые слова: фронтальная работа, учебное исследование, научный калькулятор, ФГОС, обработка результатов измерений, построение графиков по результатам измерений, уравнение регрессии	Key words: frontal work, educational research, scientific calculator, GEF, processing results measuring, graphing by results of measurements, the regression equation
В статье показано, что эффективность экспериментальной деятельности учащихся по физике в значительной степени повышается, если результаты эксперимента обрабатываются с использованием научных калькуляторов. Более того, использование научных калькуляторов позволяет организовать на базе обычных фронтальных работ учебно-исследовательские и проектные работы. Статья написана с учетом опыта учителей физики г. Ярославля и г. Рыбинска Раменского района Московской области. Опыт проведения мастер-классов на Днях физики педагогических марафонов показывает, что учителя физики, выполнявшие экспериментальные работы, с большим интересом используют научные калькуляторы	The article shows that the effectiveness of the pilot activities of students in physics is greatly enhanced if the results of the experiment are processed using scientific calculators. Moreover, the use of scientific calculators allows you to organize on the basis of conventional electrolysis training-research and design works article is written based on the experience of teachers of physics and Yaroslavl, rybinsk Ramenskoye Moscow area area. Experience in conducting master classes the other day physics pedagogical marathons shows that teachers of physics, experimental work, with great interest to use scientific calculators

Новый образовательный стандарт основного общего образования по физике предписывает вводить в учебный процесс проектно-исследовательскую деятельность учащихся. Многие педагоги ассоциируют проектно-исследовательскую деятельность

с организацией и проведением экспериментов. Тем не менее, для физики важно не только правильно провести сам эксперимент и снять показания приборов, но и правильно обработать результаты и сделать правильные выводы. На наш взгляд, об-

работке результатов измерений и использованию современных вычислительных средств обработки результатов измерений уделяется недостаточно внимания в методике обучения физике. Покажем, как применение научного калькулятора CLASSWIZ fx-82EX (рис. 1) позволяет вводить элементы проектно-исследовательской деятельности в школьный лабораторный практикум по физике.



Рис. 1

Для начала следует рассмотреть, что представляет собой научный калькулятор и чем отличается от привычных моделей калькуляторов. Главное отличие состоит в том, что он двустрочный. В верхнюю строчку вводится выражение целиком в привычном виде (как записывается в учебнике), в нижней строчке выводится ответ. Причем алгоритм вычислений у него такой, что фактически он считает по законам математики (как учат на уроке математики в школе), для того чтобы выдать наиболее точный ответ. Он выдает ответ в виде целого числа, обыкновенной дроби, иррационального выражения или десятичной дроби (если для представления иррационального выражения требуется слишком много памяти). Естественно, ответ можно посмотреть в виде десятичной дроби, если нажать клавишу (S $\leftrightarrow$ D). Несмотря на небольшие размеры, вычислительные возможности калькулятора fx-82EX впечатляют. Он легко возводит

в любую степень, вычисляет корни из-под корней, причем, даже дробных степеней, берет логарифмы по любому основанию, вычисляет тригонометрические и обратные тригонометрические выражения и многое другое, что делает его весьма полезным инструментом в обучении вообще и обучении физике в частности.

В этом калькуляторе есть уникальный режим, который называется вычисление регрессии. Напомним, что представляет собой регрессия. Из курса алгебры хорошо известно, что по имеющейся функции всегда можно построить график. Берется значение X , по функции вычисляется (или вычисляются) Y . Затем на плоскости строится точка. Потом через определенный интервал берется новое значение X ... и т.д. Затем по точкам строится график. Но уже давно разработаны и обратные методы вычислений, которые позволяют, например, на основе данных проведенного эксперимента рассчитать функциональную зависимость. Эти расчеты достаточно сложные и объемные, поэтому раньше в школьном курсе физики регрессионный анализ не рассматривался. Современные же научные калькуляторы делают это быстро и точно. Покажем, как провести регрессионный анализ результатов изменений на примере лабораторной работы «Движение бруска по наклонной плоскости с начальной скоростью, отличной от нуля».

Экспериментальная установка имеет вид, представленный на рисунках 2а, б (занятия в экспериментальной школе: Удельнинская гимназия, Раменский район, Московская обл., учителя-дипломанты КАСИО Н.В. Андреева, М.А. Пчелкина).

Обратите внимание: ученики проводят исследование с использованием ЦЛ, но это не отменяет использование калькуляторов. Почему?

Как показывает опыт учителей-экспериментаторов, даже при работе с цифровыми лабораториями эффективность калькуляторов не снижается, так как регресси-



Рис. 2а



Рис. 2б

онный анализ с использованием калькуляторов выполнить значительно проще, чем в *Excel*. Калькуляторы просто незаменимы, если работа с цифровыми лабораториями проходит в режиме без сценариев.

Схема эксперимента показана на рисунке 3.

Результаты эксперимента представлены в виде таблицы 1.

Таблица 1

Номер опыта		1	2	3	4	5
$t_{\text{ср}}, \text{с}$	0	0,113	0,187	0,256	0,319	0,375
$s, \text{м}$	0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50

В калькуляторе выберем режим статистических вычислений. Для этого нужно нажать клавишу (MENU) и в открывшемся окне (рис. 4) нажатием клавиши (2) выбрать режим Statistics.



Рис. 4. Окно выбора режима статистических вычислений

Откроется окно выбора типа статистической функции (рис. 5). Если нажать клавишу (1), то будет выбран режим статистического анализа числового ряда (1 переменной). Клавишей (2) выбирается

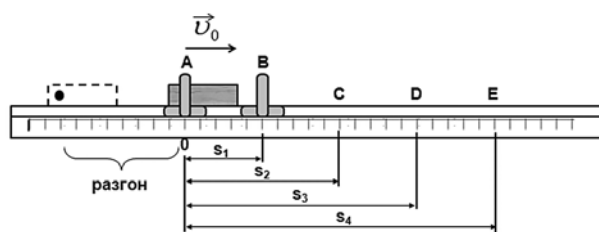


Рис. 3

линейная функция, (3) — квадратичная, (4) — логарифмическая. Если нажать клавишу управления курсора вниз, то откроется окно выбора других статистических функций, не поместившихся в первом окне.

```

1:1-Variable
2:y=a+bx
3:y=a+bx+cx^2
4:y=a+b·ln(x)

```

Рис. 5. Окно выбора типа регрессии

Для начала выберем линейную зависимость. В открывшемся окне введем данные эксперимента (рис. 6).

	x	y
4	0.256	0.3
5	0.319	0.4
6	0.375	0.5
7		

Рис. 6. Окно ввода данных

Затем нажмем клавишу (OPTN) и в открывшемся окне выбора режимов вычисле-

```

1:Select Type
2:Editor
3:2-Variable Calc
4:Regression Calc

```

Рис. 7. Окно выбора режимов вычислений

ний (рис. 7) клавишей (4) выберем режим Regression Calc. На экране появится результат вычисления (рис. 8).

На первый взгляд результат вычисления очень хороший, поскольку коэффициент корреляции очень близок от 1. Но проверим, какой результат у нас будет, если выберем квадратичную зависимость. Для этого нажмем клавишу (AC), затем клавишу (OPTN). В открывшемся окне выбора режимов вычислений (рис. 7) выберем Select Type (изменение типа функции) и в открывшемся окне выбора типа регрессии (рис. 5) нажатием клавиши (3) выберем квадратичную функцию. Затем пересчитаем регрессию (OPTN) и клавишей (4) опять выберем режим Regression Calc. На экране появится новый результат (рис. 9).

```

y=a+bx
a=-0.030203338
b=1.344976026
r=0.9922310473

```

Рис. 8. Уравнение линейной регрессии

На экране отсутствует коэффициент корреляции. Это говорит о том, что для введенных данных оптимальной является именно квадратичная функция уравнения регрессии.

Действительно, если построить график зависимости и приложить к нему линейку (рис. 10), то можно убедиться, что хотя график очень похож на прямую линию, но все-таки является квадратичной функцией.

Сравним зависимость $s(t)$ с результатом регрессионного анализа.

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2},$$

```

y=a+bx+cx^2
a=-2.064704x10^-3
b=0.7920910247
c=1.468465516

```

Рис. 9. Уравнение квадратичной регрессии

$$y = 0,79x + 1,47x^2.$$

Из этого следует, что скорость в начальной точке равна 0,79 м/с, а ускорение равно $1,47 \cdot 2 = 2,94$ м/с².

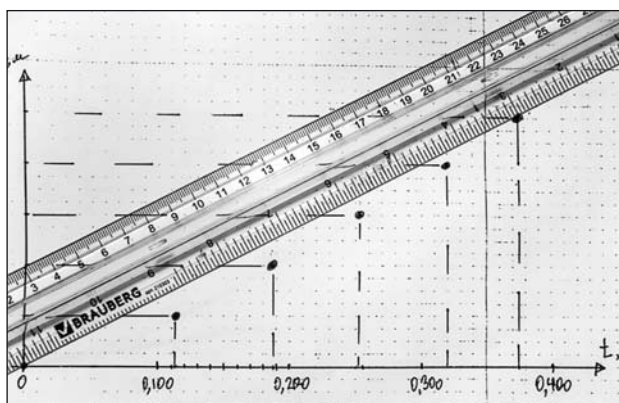


Рис. 10

Использование современных вычислительных средств в обучении позволяет значительно расширить и углубить содержание обучения, внести элементы проектно-исследовательской деятельности.

Научный калькулятор очень полезен в обучении физике. Опыт экспериментальных школ показывает, что использование калькуляторов не только значительно увеличивает количество решенных на уроке задач, но и позволяет каждую задачу довести до численного результата, что крайне важно для формирования верного представления учащихся о количественных параметрах окружающего мира.

Калькулятор fx-82EX имеет сертификат для использования на ЕГЭ по физике, химии, географии.

Не требует доказательства, что выполнение экспериментальных работ без каль-

куляторов просто невозможно или является формальным; только использование калькуляторов позволяет найти оптимальное решение проблемы оценки погрешностей [3].

Опыт показывает, что при использовании калькуляторов в значительной степени возрастает эффективность обучения учащихся построению графиков по результатам экспериментальных исследований, способствует освоению ими метода наименьших квадратов.

Пособие [1], по которому можно быстро освоить калькулятор и научить этому учащихся, можно бесплатно скачать с сайта <http://edu/casio/ru>.

Наш опыт проведения семинаров-практикумов на Днях физики Марафона учебных предметов ИД «Первое сентября» показывает, что учителя с большим интересом используют калькуляторы при обработке результатов измерений [2] (рис. 11).

Литература

1. *Вострокнутов И.Е., Никифоров Г.Г., Пальцев А.И., Розанов Д.С., Соболев В.В.* Повышение эффективности учебного процесса и результатов ЕГЭ по физике с использованием научных каль-



Рис. 11

куляторов CASIO. 2-е издание, дополненное и переработанное. — М.: Издательство «Onebook.ru», 2017. — 84 с.

2. *Никифоров Г.Г.* Эвристические возможности обработки результатов измерений в лабораторных работах с использованием калькулятора fx-82EX // Физика. ИД «Первое сентября». — 2016. — № 1.

3. *Никифоров Г.Г.* Погрешности в лабораторных работах по физике при выполнении экспериментальных и практико-ориентированных заданий ОГЭ и ЕГЭ. — М.: Дрофа, 2017.

