

Пути повышения эффективности преподавания математических и общеприкладных дисциплин в военных институтах войск национальной гвардии Российской Федерации

Ways to improve the efficiency of teaching mathematics and general application disciplines in the military institutes of the Russian National Guard

А.И. Примакин © A.I. Primakin ©

Военная ордена Жукова академия войск национальной гвардии Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

E-mail: primakinai@rosgvard.ru

Аннотация. В статье представлены педагогические методики и приемы преподавания физико-математических дисциплин в ходе инженерно-технической подготовки курсантов военной ордена Жукова академии войск национальной гвардии Российской Федерации. Акцент сделан на применении специализированного программного обеспечения; приводятся примеры решения задач с помощью интегрированного математического пакета MathCad и виртуального практикума ФИЗИКОН, реализующих педагогические принципы автоматизации и визуализации учебного материала, что, в свою очередь, повышает эффективность обучения курсантов.

Abstract. The article presents educational methods and techniques in teaching cadets of the Military Order of Zhukov Academy of the National Guard of the Russian Federation mathematics and physics during their engineering and technical training. An emphasis is made on dedicated software application. The article provides examples of problems solving with an integrated mathematical package MathCad and a virtual workshop FIZIKON that perform the pedagogical principles of automation and visualization of learning material, which, in turn, boosts the cadets' learning efficiency.

Ключевые слова: активные и интерактивные формы и методы обучения, инновационные подходы в изложении учебного материала, интегрированные математические пакеты, виртуальный лабораторный практикум

Keywords: active and interactive forms and methods of teaching; innovative approaches to the presentation of educational material; integrated mathematical packages; virtual laboratory workshop

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Примакин А.И. Пути повышения эффективности преподавания математических и общеприкладных дисциплин в военных институтах войск национальной гвардии Российской Федерации // Академический вестник войск национальной гвардии Российской Федерации. – 2025. – № 4. – С. 25–32.

Высшее инженерное образование предусматривает основательную физико-математическую подготовку будущих специалистов. Важное место в обеспечении инженерно-технической подготовки курсантов военной ордена Жукова академии войск национальной гвардии Российской Федерации, обучающихся по специальности 17.05.02 «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие», занимает изучение общепрофессиональных дисциплин: «Высшая математика» и «Физика».

Это обстоятельство определяет особую направленность практической составляющей образовательного процесса в академии, ориентированного на подготовку будущих офицеров-артиллеристов с квалификацией «Инженер».

Особенности указанных преподаваемых дисциплин диктуют выбор педагогических технологий, среди которых особое место занимают активные и интерактивные формы и методы обучения, что соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 17.05.02, предполагающего формирование у курсантов навыков решения технических задач с использованием математических процедур и алгоритмов для моделирования физических процессов и явлений [7].

Эффективность формирования указанных компетенций в значительной степени определяется обоснованным применением инновационных педагогических технологий с информационной поддержкой, обеспечиваемой

специализированными программами и комплексами [4; 5].

Опыт проведения занятий по математике и физике позволяет утверждать, что результативность обучения курсантов в ходе применения соответствующих программ определяется множеством факторов [6].

Прежде всего, это на каком временном этапе проводимого занятия происходит применение специализированных программ и с какой целью они используются: в начале – для напоминания учебного материала предыдущего занятия (лекции) или во второй половине занятия – для проверки решения, выполненного курсантами «вручную». Многие определяют учет психологических особенностей курсантов, принимая во внимание их интерес и тягу к компьютерным технологиям, как к чему-то современному и новому.

К программам, о которых пойдет речь в данной статье, относятся: интегрированный математический пакет MathCad, виртуальный лабораторный практикум ФИЗИКОН, обеспечивающий визуализацию изучаемых физических закономерностей.

Что касается педагогических приемов и методов, то видится целесообразным применение активных и интерактивных форм обучения, в основе которых лежат принципы взаимодействия, обратной связи, группового опыта. Обучающиеся являются не пассивными слушателями, а активными участниками образовательного процесса.

Для реализации активных и интерактивных форм обучения создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля. Из объекта воздействия обучающийся становится субъектом взаимодействия, сам активно участвует в процессе обучения, следуя своим индивидуальным маршрутом [9].

Повышению эффективности преподавания физико-математических дисциплин способствуют наглядность, автоматизация алгоритмов и процедур математической обработки исходных данных, интерактивность и оперативность взаимодействия в системе курсант–АРМ при «дружественном» интерфейсе. Очевидно, что перечисленные выше педагогические методики позволяют лучше раскрыть индивидуальные способности курсантов, помогают формированию у них мотивации и интереса к получаемым знаниям.

Инженерно-техническая подготовка курсантов традиционно начинается с высшей математики, требующей наличия у них необходимого базового фундамента в области математических

знаний, а также преодоления обучающимися чувства неуверенности перед решением математических задач. Педагогический опыт показывает, что подобный психологический «зажим» наблюдается у большинства обучающихся. Преодолеть это позволяет повышенный интерес современных курсантов к компьютерной технике, как к средствам визуализации, оперативного получения информации и коммуникации, а также моделирования изучаемых явлений и процессов. Учет подобных обстоятельств на занятиях обеспечивает нейтрализацию психологического напряжения в ходе решения обучающимися физико-математических задач.

Преподавателями кафедры математических, естественнонаучных и общеприкладных дисциплин отработаны методики проведения занятий по дисциплинам физико-математического профиля, обеспечивающие реализацию интерактивных педагогических технологий с помощью интегрированных математических пакетов (на примере MathCad), а также виртуального лабораторного практикума ФИЗИКОН, который существенно упрощает понимание курсантами изучаемых ими физических закономерностей [8].

Учебный курс «Высшая математика» начинается, как правило, с основ линейной и векторной алгебры. Сложившаяся практика предполагает нахождение курсантами основных матричных характеристик: определителей, миноров, алгебраических дополнений, рангов матриц [10].

Процедуры их расчетов сводятся к обычной арифметике, не предполагая аналитических преобразований. В этом случае видится целесообразным использовать стандартные офисные приложения – электронные таблицы (LO Calc), которые существенно ускоряют процесс рутинных арифметических расчетов и позволяют «почувствовать» динамику процесса в зависимости от изменения исходных данных. В частности, применяемый на занятиях подобный педагогический прием позволяет курсантам легко уловить и понять геометрический смысл определителя матрицы, как многомерной «площади» (в трехмерном измерении – объема) геометрической фигуры, построенной на матричных векторах. Поэтому, когда результат расчета определителя матрицы сводится к нулю, обучающиеся понимают, что в этом случае геометрическая «площадь» фигуры исчезает (вектора совпадают), «обнуляется», а матрица становится вырожденной. Подобная геометрическая интерпретация обеспечивает более доступную форму понимания курсантами учебного материала дальнейших разделов курса математики, в частности, систем линейных алгебраических уравнений и анализа результатов их решения.

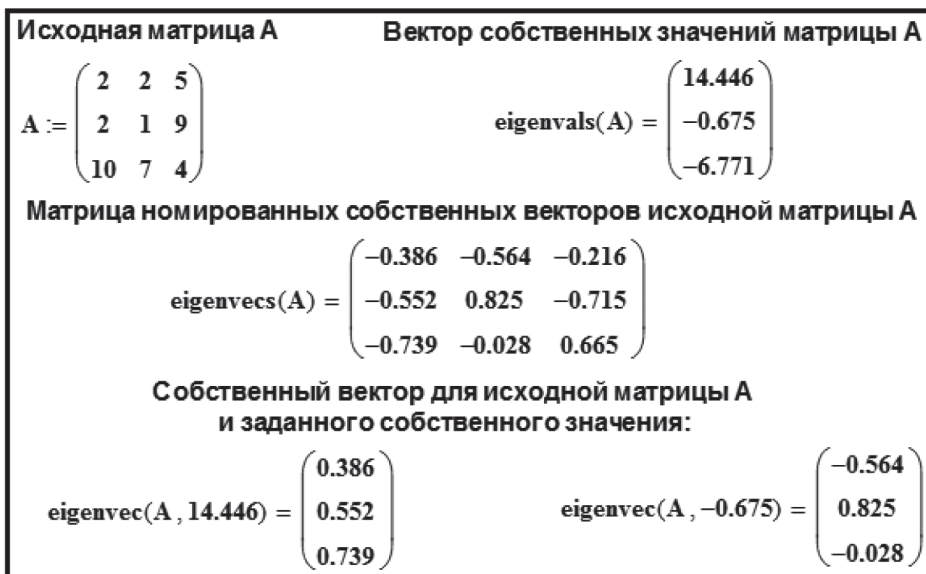


Рис. 1. Пример расчета собственных значений и собственных векторов матрицы A, выполненный в среде интегрированного математического пакета MathCad

Тем не менее, ряд объектов линейной алгебры достаточно сложны для понимания обучающимися. К таким понятиям, которые в дальнейшем применяются в математической статистике (например, многомерном факторном анализе), относятся собственные значения и собственные вектора матриц, а также алгоритмы их расчета. В этом случае существенную помощь могут оказать специализированные математические пакеты, например, Maple, Mathematica или MathCad [1].

Пример расчета собственных значений и собственных векторов матрицы показан на рисунке 1.

Встроенные в специализированный пакет MathCad функции $\text{eigenvals}(A)$, $\text{eigenvecs}(A)$ и $\text{eigenvec}(A, \lambda)$ позволяют, опуская алгоритм арифметического расчета, повысить результативность понимания курсантами физического смысла рассматриваемых математических понятий. Автоматизация расчета соответствующих величин при изменении исходных данных (в нашем случае изменение размера и численных значений элементов матрицы) оказывает при этом существенную помощь [2].

В курсе высшей математики присутствуют темы, которые предполагают алгебраические вычисления и получение решения задач в аналитической форме. Это, прежде всего, дифференциальные и интегральные вычисления. Перечисленные выше специализированные математические пакеты способны выполнять не только сложные математические расчеты, но и символьные вычисления, что особенно важно для решения дифференциальных уравнений [10]. Однако применение математических программ требует некоторого уточнения, с точки зрения внедрения их в соответствующие педагогические методики.

Нельзя сводить приобретение практических навыков выполнения дифференциальных и интегральных вычислений к механическому умению ввести исходные данные в специализированную программу и получить сразу окончательный результат. Необходимо научить курсанта самостоятельно решать подобные задачи и понимать смысл проводимых им математических операций и процедур [9].

Предлагаемая методика сводится к решению обучающимися предложенных заданий, в которых, помимо численного расчета (в зависимости от задачи), присутствуют

символьные преобразования функций с последующим сравнением результата с тем, что получилось в среде интегрированного пакета (например, в MathCad).

При этом, как показывает практика, эффективность освоения учебного материала повышется, если применять элемент «соревновательности» или «соперничества» между курсантами. Первый, решивший задачу, проверяет ответ с результатом, полученным с помощью математического пакета, и приступает к выполнению следующей задачи.

Таким образом, при реализации данного педагогического приема наблюдается применение интерактивной технологии обучения: постановка задачи; попытка самостоятельного решения ее; сравнение ответа с результатом, полученным в среде математического пакета, и переход к выполнению следующего задания.

Примеры проведения дифференциальных и интегральных преобразований функций в среде математического пакета MathCad представлены на рисунке 2.

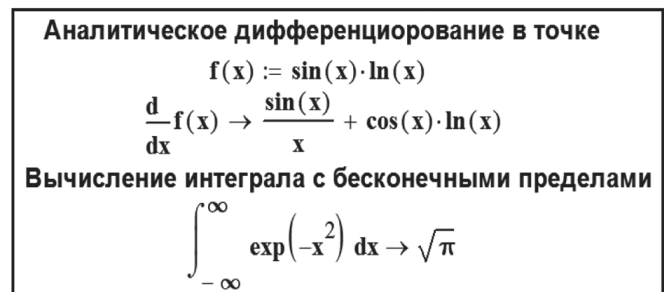


Рис. 2. Примеры дифференциальных и интегральных преобразований функций в среде математического пакета MathCad

В частности, возможности пакета MathCad относительно «прозрачности» выполняемых операций (визуально-ориентированный язык программирования MathCad) позволяют вводить данные для последующих расчетов в форме, которая общепринята и не отличается от обычного языка математических статей, учебников и книг. Это делает документы MathCad ясными и понятными даже для школьников, имеющих элементарные знания по математике [3].

В ходе практических занятий, проводимых с применением подобных педагогических приемов, отмечается увлеченность и заинтересованность курсантов в процессе решения задач: увлекает процедура решения задания, порой не всегда легкого, и оперативность в получении окончательного результата, минуя все сложности аналитических преобразований, в среде специализированной математической программы.

В рамках данной статьи представляет интерес привести еще ряд примеров, посвященных вопросам повышения эффективности проводимых занятий по математике, а именно, по основам оптимизации или решению задач линейного программирования, в среде специализированного программного обеспечения.

В зависимости от начальных условий, особенно в многопараметрической задаче линейного программирования, получить оперативно правильное решение достаточно сложно. Графический метод решения подобных задач имеет ограничения (можем максимально рассматривать только трехмерное пространство), а аналитический метод предполагает достаточно громоздкие преобразования.

Как правило, на практических занятиях с курсантами разбираются несложные задачи, которые решаются с применением как графического метода, так и аналитического – посредством нахождения производной функции, приравнивания результата к «нулю» и нахождения значения аргумента, при котором это равенство выполняется.

Для решения более сложных задач, которые вызывают у курсантов трудности с нахождением правильного ответа, целесообразно применять математические пакеты. Легкость, с которой находится решение, стимулирует обучающихся к решению очередной задачи, чаще всего с более сложной формулировкой, предполагая, а вдруг программа не справится с этой задачей?

Появляется азарт. В данном случае включаются психологические особенности личности курсанта, стимулируя желание «обыграть» программу, способствуя лучшему усвоению учебного материала.

В специализированном пакете MathCad решение задач оптимизации происходит с помо-

щью вычислительных блоков: первый включается после слова *Given*, а второй блок использует специальные функции *Maximize* или *Minimize* для максимизации или минимизации целевой функции. Целевая функция обычно записывается в виде отдельного выражения или в матричной форме, в зависимости от начальных условий задачи линейного программирования.

На рисунке 3 представлен пример решения подобной задачи, где целевой функцией является функция двух аргументов: $f(x,y) = x^4 - 2 \cdot y \rightarrow \min$, а ограничения представлены в виде двух выражений: $4 \cdot x + y - 2 = 0$ и $x^2 + y^2 \leq 50$.

Целевая функция:	$f(x, y) := x^4 - 2 \cdot y$
Given	
$4 \cdot x + y - 2 = 0$	$x^2 + y^2 \leq 50$
Задаются начальные условия:	
$x := 5$	$y := 3$
$p := \text{Minimize}(f, x, y)$	$p = \begin{pmatrix} -1.24 \\ 6.96 \end{pmatrix}$

Рис. 3. Алгоритм решения оптимизационной задачи (поиск минимума целевой функции) в среде программы MathCad

Здесь следует отметить, что применялась встроенная функция *Minimize*, перед написанием (включением) которой необходимо обозначить начальные значения параметров оптимизации решаемой задачи: $x = 5$, а $y = 3$ (рис. 3).

Видится целесообразным применение пакета MathCad и в рамках изучения дисциплины «Физика». В данном случае, помимо автоматизации расчетов, представляют интерес возможности анимационного моделирования и визуализации физических процессов.

Так, созданные анимации позволяют эффективно изучать колебательные системы, называемые гармоническими осцилляторами. Рассматриваемый ниже пример связан с моделированием и созданием анимации колебаний математического маятника (или электромагнитного колебательного контура), который, будучи выведенным из равновесия, пытается вернуться в исходное состояние.

Как известно, затухающий гармонический осциллятор математически описывается обыкновенным дифференциальным уравнением второго порядка (1), решением которого является поиск функции $y(t)$ на некотором интервале ее изменения.

$$\omega^2 d^2/(dt^2) y(t) + \beta d/dt y(t) + y(t) = 0 \quad (1)$$

где $y(t)$ – изменение угла отклонения математического маятника от вертикали; $d/dt y(t)$ – угловая скорость маятника; $d^2/(dt^2) y(t)$ – угловое ускорение маятника; ω – параметр, задающий частоту колебаний маятника; β – параметр затухания.

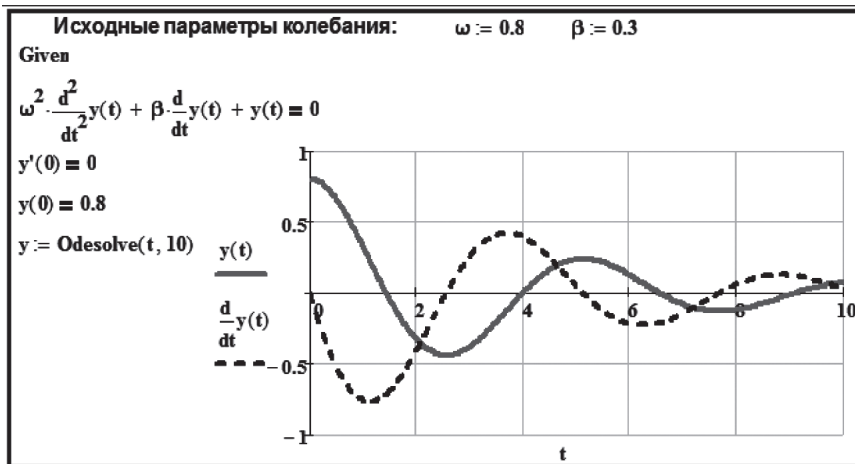


Рис. 4. Численный метод решения задачи Коши в среде программы MathCad

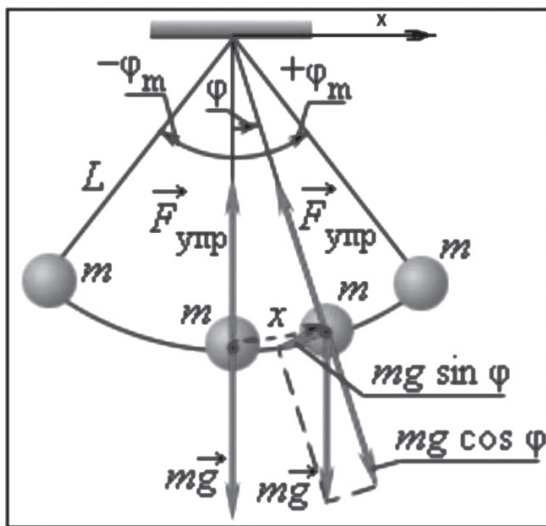


Рис. 5. Кинематическая схема математического маятника

Подобные задачи с необходимостью решения дифференциальных уравнений с некоторыми начальными условиями называются задачами Коши [10].

На рисунке 4 представлены процедуры и алгоритмы численного решения задачи Коши для затухающих колебаний математического маятника (1).

Как показано на рисунке 4, дополнительно вводятся начальные параметры системы: $\omega = 0.8$ – частота колебания и $\beta = 0.3$ – параметр затухания колебаний маятника. Определяются начальное положение маятника (при $t=0$), т.е. отклонение от вертикали $y(t=0)=0.8$ и его скорость $d/dt y(t)=d/dt y(t=0)=0$.

Кинематическая схема, геометрические параметры и силовые нагрузки математического маятника в начальный момент времени показаны на рисунке 5.

Решить задачу Коши возможно с помощью встроенной в MathCad функции Given/Odesolve. Данный вычислительный блок решает диффе-

ренциальное уравнение (1), реализуя численный метод Рунге-Кутты. После блока Given (рис. 4) указываются само дифференциальное уравнение (1) и начальные условия: $y'(0) = 0$ и $y(0) = 0.8$. Функция Odesolve(t, t_1) выдает решение на интервале (t_0, t_1).

Графическое представление решения задачи Коши в функции от времени t позволяет в более доступной для понимания форме, благодаря визуализации, изучать динамику основных параметров колебательной системы.

Возможность создания анимационной модели затухающего гармонического колебания, в соответствии с формулой (1), обеспечивает специализированная функция FRAME [8]. Функция FRAME производит покадровую визуализацию результатов математических расчетов кинематики движения колебательной системы, причем с учетом геометрических параметров и массы груза маятника. Формирование динамической модели системы для дальнейшей ее анимации показано на рисунке 6.

Графическая интерпретация изменения координат $(x(t), y(t))$ подвешенного груза, отражающая специфику колебаний маятника в зависимости от начальных условий, представлена на рисунке 7.

Опция «Запись анимации» программы MathCad позволяет, выделив необходимый учас-

Параметры груза и самого математического маятника:			
$m := 1$	$L := 0.2$	$g := 9.81$	$t_{end} := \frac{\pi}{2}$
Начальный угол отклонения от вертикали: $\alpha := 50 \text{ deg}$			
Given			
Начальные условия:	$x(0) = L \cdot \sin(\alpha)$	$x'(0) = 0$	
Груз неподвижен:	$y(0) = -L \cdot \cos(\alpha)$	$y'(0) = 0$	
Сила натяжения нити:	$F(t) = -m \cdot g \cdot \cos(\alpha)$		
Геометрия маятника:	$x(t)^2 + y(t)^2 = L^2$		
Баланс сил по оси X:	$m \cdot x''(t) - F(t) \cdot \frac{x(t)}{L} = 0$		
Баланс сил по оси Y:	$m \cdot y''(t) + m \cdot g - F(t) \cdot \frac{y(t)}{L} = 0$		
$\begin{pmatrix} x \\ y \\ F \end{pmatrix} := \text{Odesolve} \left[\begin{pmatrix} x \\ y \\ F \end{pmatrix}, t, t_{end} \right]$		$t := 0, 0.01 \dots t_{end}$	

Рис. 6. Динамическая модель математического маятника с учетом его геометрических параметров, начальных условий и массы груза, выполненная в среде математического пакета MathCad

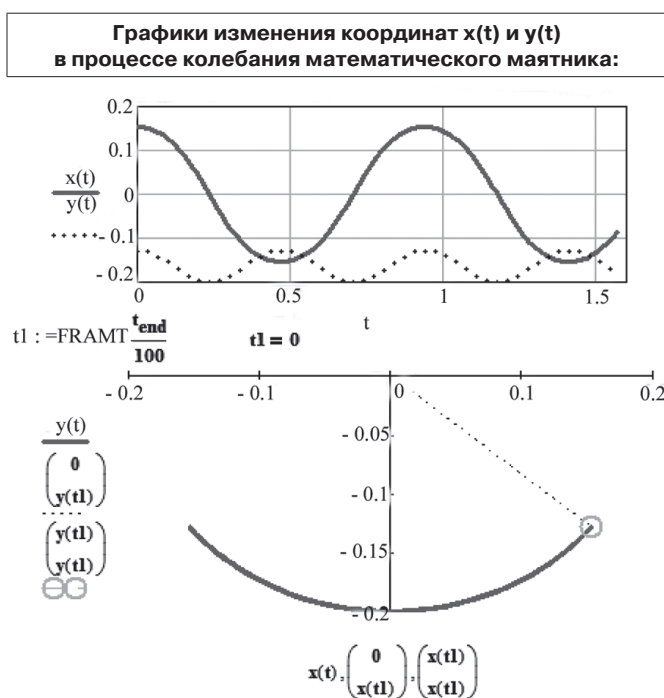


Рис. 7. График и схема изменения координат груза $x(t)$ и $y(t)$ маятника, выполненные в среде математического пакета MathCad

ток документа (на схеме маятника – рис. 8) и скорректировав параметры анимации, воспроизвести результат с дальнейшим сохранением файла в формате *.avi.

Таким образом, представленные выше некоторые из возможностей математических программ, в частности, пакета MathCad, осуществляющие автоматизацию проведения расчетов, обеспечивающие построение математических моделей и наглядность изучаемых процессов, значительно упрощают понимание «физики» явлений и закономерностей.

Хотелось бы обозначить еще одно из направлений повышения эффективности преподавания

физико-математических дисциплин. Это – использование в ходе проведения практических или лабораторных занятий виртуальных практикумов, например, лабораторного компьютерного практикума для вузов «ФИЗИКОН».

Компьютерные модели, входящие в него, являются наглядным представлением численных экспериментов, дополняют реальные физические эксперименты и помогают более глубокому усвоению сути физических процессов, а в некоторых случаях использование практикума – единственная возможность проведения лабораторных работ.

Имея опыт проведения занятий по физике, где применялся указанный лабораторный практикум, стоит отметить наглядную и удобную форму изложения учебного материала. Для каждой лабораторной работы представлены необходимая теоретическая база, анимационная модель процесса, методика проведения работы, вид отчетности и вопросы для самопроверки по отработанному учебному материалу.

Так, изложенные выше в статье возможности исследования колебаний математического маятника (рис. 8) легко можно реализовать с помощью одной из лабораторных работ виртуального практикума.

Физическая модель для анализа движения тела с возможностями экспериментального определения зависимости частоты колебаний от параметров системы представлены на рисунке 9.

Рекомендации по применению лабораторного практикума могут быть следующие.

В начале практического занятия курсантам предоставляется возможность самостоятельно поработать с анимационной моделью изучаемого процесса, реализованной в среде компьютерного практикума ФИЗИКОН. Это позволяет им

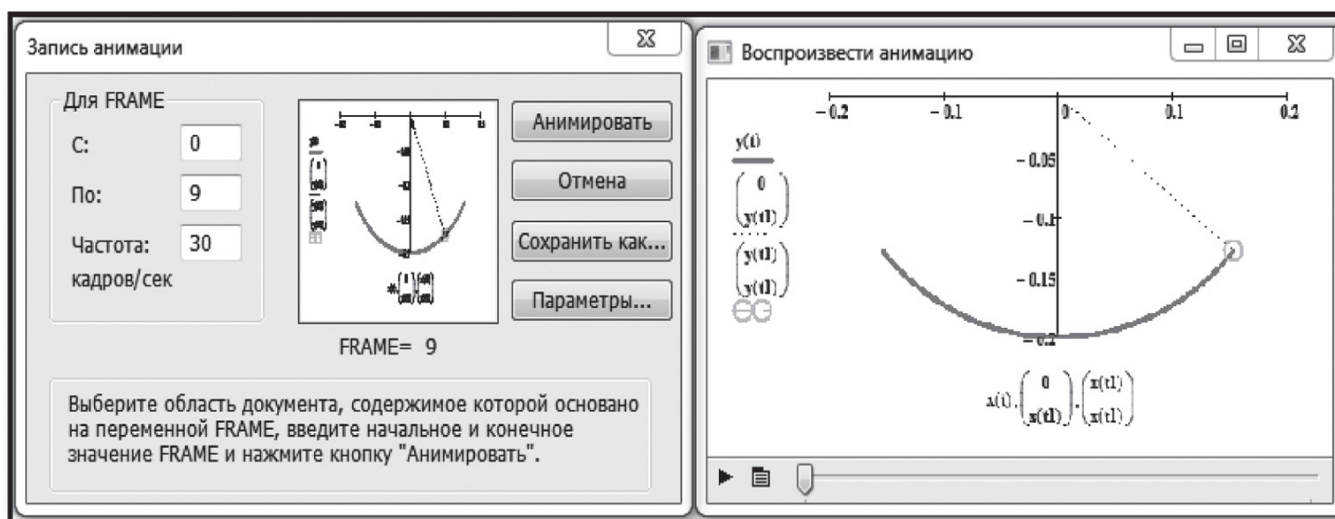


Рис. 8. Процедуры анимации процесса колебания маятника, выполненные в среде математического пакета MathCad

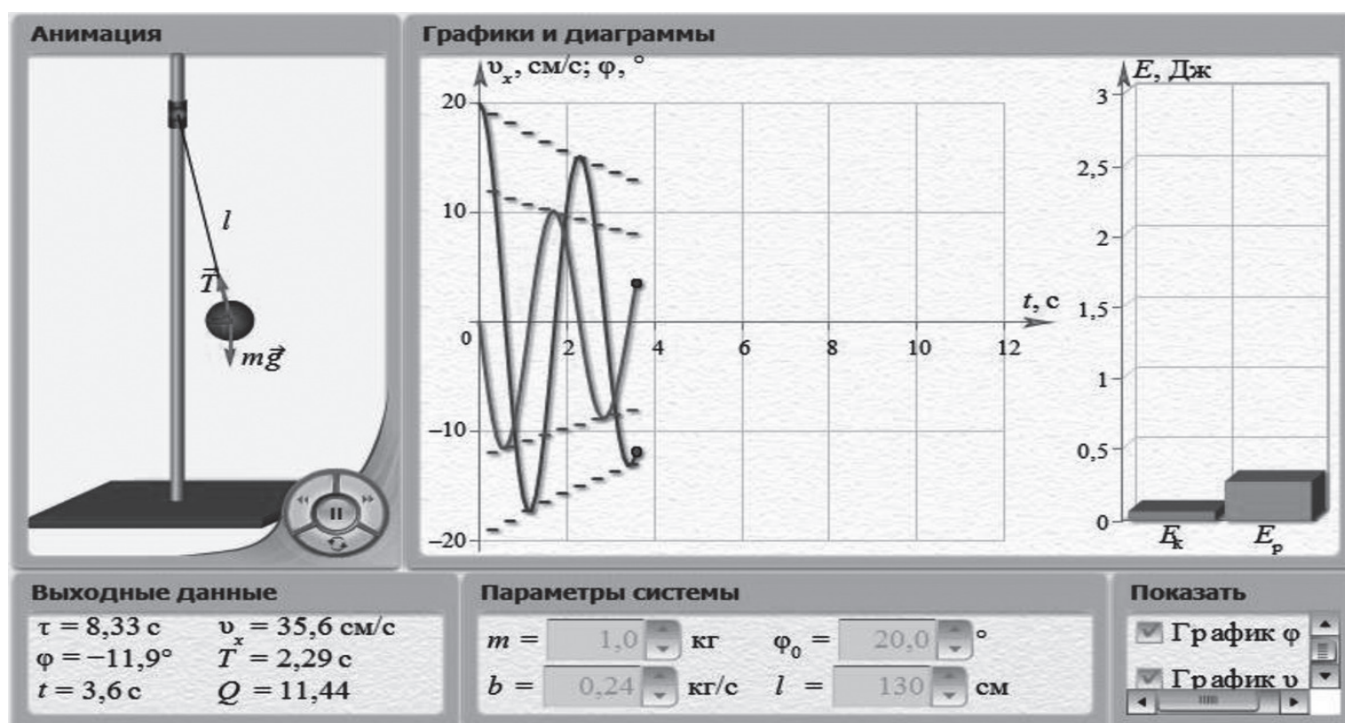


Рис. 9. Анимационная физическая модель математического маятника для анализа движения тела с возможностью экспериментального определения зависимости частоты колебаний от параметров системы

«освежить» теоретический материал, доведенный ранее на лекции. Преподаватель предлагает курсантам ознакомиться с возможностями модели (в соответствии с темой лабораторной работы), вводя изменения исходных параметров и наблюдая, какие из этого следуют изменения в процессе.

Несомненно, это стимулирует интерес обучающихся к происходящему, побуждает их творческую активность; задача преподавателя в этом случае, умело и методически грамотно направить деятельность курсантов к достижению цели занятия – закрепить теоретические знания по соответствующей теме через практическую реализацию изучаемого физического процесса.

На лицо реализация интерактивных форм обучения, построенных на взаимодействии всех обучающихся, где каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, а в ходе лабораторной работы происходит обмен знаниями, идеями, способами деятель-

ности. Интерактивные методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучающихся, опоре на групповой опыт и обязательной обратной связи.

Педагог, в данном случае, организует индивидуальную, парную и групповую работы, применяя представленную в практикуме необходимую документацию для написания курсантами отчета по лабораторной работе: методика и порядок измерения, обработка результатов и оформление отчета, вопросы и задания для самоконтроля, необходимая учебная литература (рис. 10).

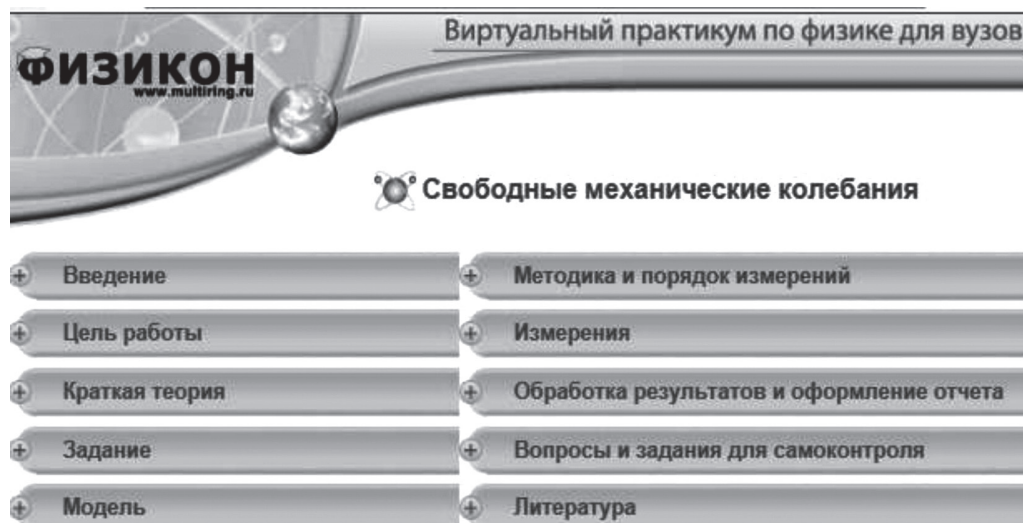


Рис. 10. Интерфейс стартового окна виртуальной лабораторной работы «Свободные механические колебания», выполняемой в среде практикума ФИЗИКОН

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богатырев И.Н., Часов К.В. Особенности применения MathCad в обучении / И.Н. Богатырёв, К.В. Часов // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 4–6. – URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=17560> (дата обращения: 12.11.2024).
2. Кирьянов Д.В. MathCad 15/MathCadPrime 1.0. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. + Видеокурс. – 432 с.
3. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в MathCad 15: учебное пособие. – СПб.: Изд-во «Инфра-инженерия», 2024. – 408 с.
4. Новые технологии в методике преподавания военных дисциплин: сборник тезисов докладов научно-практического семинара / под общ. ред. О.В. Сивца. – Минск: БГУ, 2014. – 152 с.
5. Образцов П.И., Косухин В.М. Дидактика высшей военной школы: учебное пособие. – Орел: Академия Спецсвязи России, 2004. – 317 с.
6. Потапова Л.С. Возможности применения инновационных технологий для обеспечения инженерно-технической подготовки офицеров Росгвардии в Санкт-Петербургском военном ордена Жукова институте войск национальной гвардии Российской Федерации // Направления и перспективы развития образования в военных институтах войск национальной гвардии Российской Федерации: сборник научных статей XV-й международной научно-практической конференции / Л.С. Потапова, А.И. Примакин / под общ. ред. В.В. Косухина. – Новосибирск: НВИ войск национальной гвардии, 2023. – Ч. 1. С. 377–381.
7. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 18 августа 2020 г. № 1053 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 17.05.02. Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие» (Зарегистрировано в Минюсте России 08.09.2020 г. № 59711) (с изм. и дополн.), (ред. с изм. № 662 от 19.07.2022, № 208 от 27.02.2023).
8. Решение инженерных задач в пакете MathCad: учебное пособие / под ред. Ю.Е. Воскобойникова. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2013. – 120 с.
9. Троянская С.Л. Основы компетентного подхода в высшем образовании: учебное пособие. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. – 176 с.
10. Шипачев В.С. Высшая математика: учебник для вузов. – 4-е изд. – М.: Юрайт, 2014. – 607 с.

Статья проверена программой Антиплагиат. Оригинальность – 78 %.

Статья поступила в редакцию 04.06.2025; одобрена после рецензирования 26.06.2025; принята к публикации 22.10.2025.