

Научная статья

УДК 519.6:378.6
EDN: LVHFQZ



**ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРИРОВАННОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПАКЕТА MATHCAD
ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНАМ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ**

Алексей Дмитриевич Косолапов¹, Алексей Иванович Примакин²

^{1, 2} Академия войск национальной гвардии, Санкт-Петербург, Россия

¹ a.kosolapov@mail.ru

² a.primakin@mail.ru

Аннотация. В статье представлены возможности интегрированного математического пакета Mathcad применительно к решению инженерных задач. Рассматриваемые примеры из учебных дисциплин «Высшая математика», «Сопротивление материалов» и «Теоретическая механика» содержат алгоритмы и процедуры, которые, благодаря встроенным функциям пакета Mathcad, позволяют автоматизировать ход решения задачи и визуализировать полученный результат, что способствует эффективному формированию общепрофессиональных компетенций у курсантов инженерно-технического направления подготовки.

Ключевые слова: общепрофессиональные компетенции, компетентностный подход, особенности применения интегрированного математического пакета Mathcad для эффективности подготовки по дисциплинам технической направленности

Для цитирования: Косолапов А.Д., Примакин А.И. Перспективы и возможности интегрированного математического пакета Mathcad для эффективности подготовки курсантов по дисциплинам технического профиля // Вестник Санкт-Петербургского военного института войск национальной гвардии. 2024. № 3 (28). С. 183–195. URL: <https://vestnik-spvi.ru/2024/09/017.pdf>. EDN: LVHFQZ.

Original article

**PROSPECTS AND OPPORTUNITIES OF THE INTEGRATED MATHCAD MATHEMATICAL PACKAGE
FOR THE EFFECTIVENESS OF TRAINING CADETS IN TECHNICAL DISCIPLINES**

Alexey D. Kosolapov¹, Alexey I. Primakin²

^{1, 2} Academy of the National Guard Troops, Saint-Petersburg, Russia

¹ a.kosolapov@mail.ru

² a.primakin@mail.ru

Abstract. The article presents the possibilities of the integrated Mathcad mathematical package in relation to solving engineering problems. The considered examples from the academic disciplines «Higher Mathematics», «Resistance of materials» and «Theoretical Mechanics» contain algorithms and procedures that, thanks to the built-in functions of the Mathcad package, allow you to automate the course of solving the problem and visualize the result, which contributes to the effective formation of general professional competencies among cadets of engineering and technical training.

Keywords: general professional competencies, competence-based approach, features of the use of the integrated Mathcad mathematical package for the effectiveness of training in technical disciplines

For citation: Kosolapov A.D., Primakin A.I. Prospects and opportunities of the integrated Mathcad mathematical package for the effectiveness of training cadets in technical disciplines. Vestnik Sankt-Peterburgskogo voennogo instituta vojsk nacional'noj gvardii. 2024;3(28): 183–195. (In Russ.). Available from: <https://vestnik-spvi.ru/2024/09/017.pdf>. EDN: LVHFQZ.

© Косолапов А.Д., Примакин А.И., 2024

Введение

Начиная с 2024 года, в Санкт-Петербургском военном ордена Жукова

институте войск национальной гвардии Российской Федерации инициирована подготовка обучающихся по специально-

сти: 17.05.02 «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие». Данная специальность, согласно классификатору ОКСО ОК 009-2016, введенного в действие с 1 июля 2017 года, соотносится к области образования: «Инженерное дело, технологии и технические науки» [1]. Это обстоятельство определяет особую направленность практической составляющей образовательного процесса в академии, ориентированного на подготовку будущих офицеров-артиллеристов с квалификацией «инженер». Среди базовых дисциплин, формирующих основу последующего освоения курсантами военных дисциплин по специальности 17.05.02, можно отметить такие, как «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая и прикладная механика», «Соппротивление материалов» и ряд других.

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по специальности: 17.05.02 «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие» определяет основные универсальные и общепрофессиональные компетенции, которые предполагают формирование у обучающихся практических навыков в области решения инженерных задач посредством применения ими методов математического анализа, навыков моделирования исследуемых процессов, знания алгоритмов и процедур для решения технических и проектных задач в среде специализированных компьютерных программ [2].

Эффективно развивать подобные инженерно-технические навыки возможно посредством применения компетентностного подхода к процессу обучения курсантов, в первую очередь, физико-математическим и инженерно-техническим дисциплинам [3, 4].

Достоинства компетентностного подхода в сфере подготовки профессионалов высокого уровня, в формировании у офицеров фундаментальной теоретической базы и практических навыков в решении широкого круга профессиональных задач подробно рассмотрены в работах ведущих преподавателей-методистов [5, 6].

В основе методик, построенных на компетентностных подходах, лежат принципы наглядности, автоматизации алгоритмов и процедур математической обработки исходных данных, интерактивности и оперативности взаимодействия в системе курсант-АРМ (автоматизированное рабочее место) при «дружественном» интерфейсе. Очевидно, что перечисленные принципы позволяют лучше раскрыть индивидуальные

способности курсантов, способствуют повышению мотивации и интереса к получаемым знаниям. Таким образом, решаются задачи первого этапа компетентностного подхода – формирование знаний у курсантов. В дальнейшем второй этап компетентностного подхода (обоснование методик применения полученных знаний) и третий – формирование у курсанта практических компетенций, завершают процесс подготовки офицера-артиллериста [7].

Для эффективной реализации основных принципов и этапов компетентностного подхода необходимо наличие четырех основных компонентов: профильная лабораторная база, аппаратно-программное обеспечение, подготовленный преподаватель, электронные учебные материалы.

Перечисленные компоненты позволяют преподавателю интенсифицировать образовательный процесс, а также гармонично переходить от группового обучения к индивидуальному обучению и наоборот. Преподаватель не тратит дополнительное время на разъяснение слабоуспевающим курсантам изучаемого учебного материала, а путем визуализации осваиваемых физико-математических процессов вовлекает группу в самостоятельное «поглощение» содержания учебных вопросов. Таким образом, достигаются следующие цели: вовлечение обучающихся в активную фазу более глубокого понимания ими смысла выполняемых заданий, формирование практических навыков самостоятельного решения задач, умения анализировать получаемые результаты и способности принимать на их базе необходимые инженерно-технические решения.

Это обеспечивает погружение обучающихся в образовательный процесс, способствует их развитию, вырабатывает у курсантов физико-математический склад мышления и навыки принятия обоснованных инженерно-технических решений [8].

Также в процессе выработки и формирования физико-математического склада мышления у обучающихся, с нашей точки зрения, хорошо себя зарекомендовали методы обучения на основе внутреннего логического пути усвоения знаний. Эти методы обучения характеризуются по логике освоения учебного материала – от частного к общему и от общего к частному. В нашем случае, среди данных методов обучения, приемлем дедуктивный метод, который по логике построения определяет линейное усвоение учебного материала – от общего к частному.

В процессе применения на учебных занятиях дедуктивного метода сначала формулируются общие положения, правила или закономерности, которые потом подтверждаются частными примерами.

Данный метод полезен при изучении теоретического материала, при решении задач, требующих выявления следствий из некоторых более общих положений: преподаватель вначале сообщает общее положение, формулу, закон, а затем постепенно начинает выводить частные случаи, более конкретные задачи. При этом обучающиеся воспринимают общие положения, формулы, законы, а затем усваивают следствия, вытекающие из них путем решения предложенных заданий.

Вышесказанное требует от профессорско-преподавательского состава кафедры математических, естественнонаучных и общеприкладных дисциплин разработки и внедрения новых педагогических подходов и методик преподавания дисциплин физико-математического и технического направления.

Представляемые в рамках настоящей статьи перспективы и возможности интегрированного математического пакета Mathcad позволяют реализовать положения компетентностного подхода для эффективной подготовки курсантов по дисциплинам технического профиля [9, 10].

Основные положения

Интерфейс программы Mathcad позволяет вводить обрабатываемую информацию в привычной для пользователя форме – «как видим, так и пишем», что существенно упрощает работу в данной математической среде. В статье рассмотрим возможности решения ряда часто встречающихся задач по математике, сопротивлению материалов и теоретической механике с помощью данного математического пакета [11, 12].

Опыт преподавания математических дисциплин позволяет определить некоторые темы, которые вызывают затруднения у обучающихся и абитуриентов. Прежде всего это алгебраические уравнения и решение их систем. Сложности связаны с нахождением корней, построением и анализом графиков функций, нахождением производных и интегралов [13].

На рисунке 1 представлен алгоритм решения подобных задач, обеспечивающий простоту построения необходимых графиков, возможность аналитического решения задач дифференцирования, нахождение корней уравнения с помощью очень удобного вычислительного блока Given/Find. Изменение исходных данных сразу же сказывается на результатах расчета, что стимулирует аналитические способности обучающихся и обеспечивает лучшее понимание ими изучаемой темы [14].

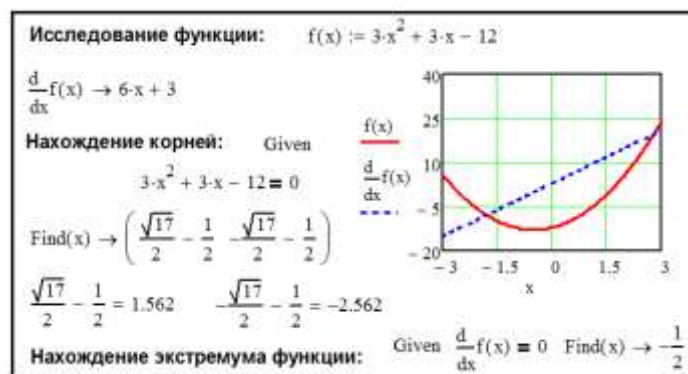


Рисунок 1 – Алгоритмы исследования функций и построения их графиков в среде интегрированного математического пакета Mathcad

Figure 1 – Algorithms for the study of functions and the construction of their graphs in the environment of the integrated mathematical package Mathcad

Решение системы двух нелинейных уравнений иллюстрирует рисунок 2. Нахождение символьным процессором математического пакета Mathcad корней системы нелинейных уравнений визуализируется на приведенном графике, где в точках пересечения графиков одновре-

менно выполняются оба уравнения, т. е. их координаты являются искомыми решениями системы. В данном случае в одной точке $x_1 = 1; y_1 = 0$, а в другой точке $x_2 = -\frac{1}{2}; y_2 = -\frac{3}{4}$ (рисунок 2).



Рисунок 2 – Алгоритм решения системы двух нелинейных уравнений в среде интегрированного математического пакета Mathcad

Figure 2 – Algorithm for solving a system of two nonlinear equations in the environment of the integrated Mathcad mathematical package

Еще одной непростой, но очень важной для курсантов темой является теория вероятностей и математическая статистика. Математический пакет Mathcad позволяет моделировать выборки случайных чисел, которые бы соответствовали изучаемому закону распределения случайной величины; производить расчет разнообразных статистических характеристик; визуализировать понимание различных видов статисти-

стического анализа – корреляционного, регрессионного и др. [15, 16].

На рисунке 3 представлены некоторые функции плотности распределения вероятностей с использованием встроенных в Mathcad макросов: логистического ($dlogis(x, m, s)$), равномерного ($dunif(x, a, b)$) и гамма-распределения ($dgamma(x, s)$) соответственно.

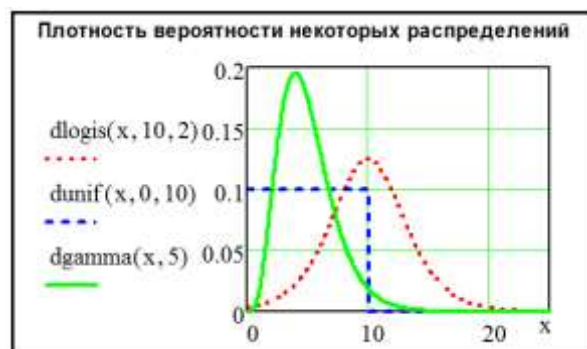


Рисунок 3 – Некоторые функции плотности распределения вероятностей в среде интегрированного математического пакета Mathcad

Figure 3 – Some probability distribution density functions in the environment of the integrated Mathcad mathematical package

Изменения исходных параметров – статистик математического ожидания (m), границ интервала (a, b) и параметра формы (s) позволяют наблюдать, как меняется вид и расположение (смещение) на оси x соответствующих графиков.

Поскольку «базовым» в процессе обучения является нормальный закон распределения, то основные его закономерности и параметры без каких-либо дополнительных процедур легко могут быть получены и визуализированы с помощью функции (*

$norm(x, m, \sigma)$), в которой под символом (*) подразумеваются функции плотности распределения вероятности ($d * (x, par)$), функции распределения ($p * (x, par)$), квантиля распределения ($q * (x, par)$) и вектора из M независимых случайных чисел ($q * M, par$). Возможности подобной визуализации для нормального стандартизированного ($m = 0, \sigma = 1$) закона представлены на рисунке 4 [17].

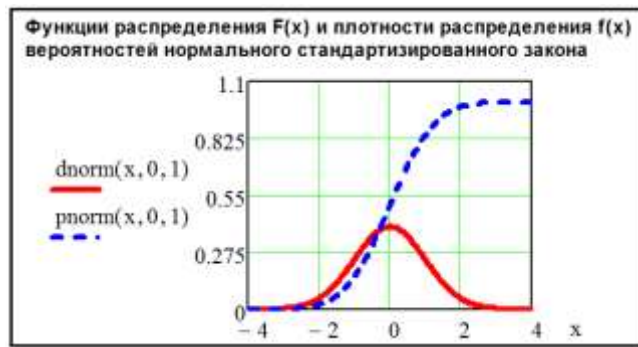


Рисунок 4 – Графики функции распределения $F(x)$ и плотности распределения $f(x)$ вероятностей нормального стандартизованного закона в среде интегрированного математического пакета Mathcad

Figure 4 – Graphs of the distribution function $F(x)$ and the density of the distribution $f(x)$ of the probabilities of the normal standardized law in the environment of the integrated Mathcad mathematical package

На базе представленных графиков функций, в первую очередь функции $F(x)$, легко и наглядно могут решаться задачи из раздела теории вероятностей, когда необходимо, например, найти вероятности нахождения случайной величины x , в интер-

вале $(2, 3)$ или при условии, что $|x| < 2$ (рисунок 5). Возможности интерфейса программы Mathcad при изменении параметров нормального распределения (m, σ) позволяют почувствовать математический смысл рассматриваемых функций.



Рисунок 5 – Примеры расчета вероятностей попадания случайной величины x в заданный интервал в среде интегрированного математического пакета Mathcad

Figure 5 – Examples of calculating the probabilities of a random variable x falling into a given interval in the environment of the integrated Mathcad mathematical package

Стоит обратить внимание на то, что каждая из задач решалась двумя способами, один из которых связан со встроенной функцией $\operatorname{erf}(x)$, называемой функцией ошибок или интегралом вероятности, математический смысл которой ясен из рисунка 5.

В рамках раздела математической статистики часто возникает задача моделирования случайных процессов с различными законами распределения случайной величины [18].

Возможность генерации попарно коррелированных случайных величин с после-

дующей статистической обработкой: нахождение средних выборочных ($mean(x)$), среднеквадратических отклонений ($stdev(x)$) и коэффициента корреляции ($corr(x_1, x_2)$) случайных величин представлены на рисунке 6. На этом же рисунке представлены процедуры регрессионного анализа, а именно, функция ($medfit(x_1, x_2)$) нахождения коэффициентов линейной регрессии и алгоритм построения самого уравнения линейной регрессии (на рисунке 6 обозначено, как $q(t)$).

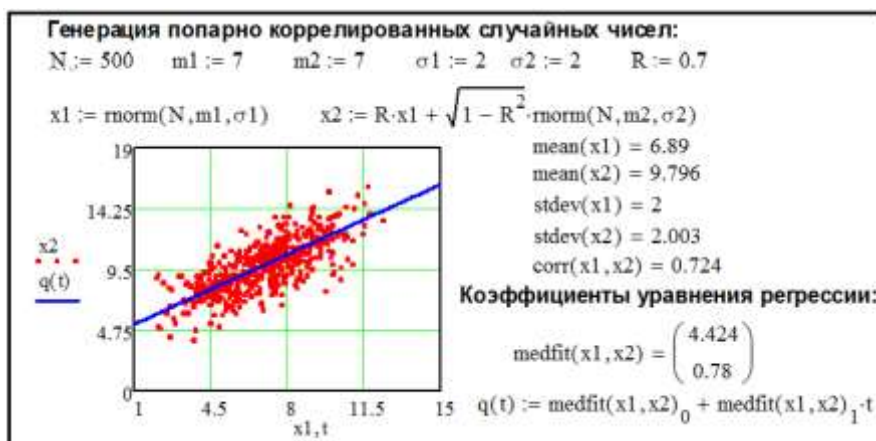


Рисунок 6 – Процедуры генерации случайных величин с последующим расчетом основных статистик в среде интегрированного математического пакета Mathcad

Figure 6 – Procedures for generating random variables with subsequent calculation of basic statistics in the environment of the integrated Mathcad mathematical package

Следует отметить, что состав выборки случайных чисел можно легко обновить, нажав на клавиатуре комбинацию *Ctrl + F9*. Эта возможность позволяет анализировать динамику изменения статистик случайных величин, отслеживать ее на графике, что способствует лучшему пониманию основных положений корреляционного и регрессионного анализ.

Решение задач из раздела математической статистики при изучении непрерывных случайных величин (НСВ) часто предполагает нахождение их математического ожидания $M(X)$ и дисперсии $D(X)$. Эти статистики связаны с основной характеристикой НСВ – с функцией плотности распределения вероятностей $f(x)$ или функцией распределения вероятностей $F(x)$ (1).

$$f(x) = \frac{d}{dx} F(x). \quad (1)$$

Формулы по расчету математического ожидания $M(X)$ и дисперсии $D(X)$ НСВ, представленные соответственно (2) и (3) с учетом равенства (1), как правило, вызывают у курсантов затруднения к восприятию.

$$M(X) = \int_a^b x \cdot f(x) dx, \quad (2)$$

$$D(X) = \int_a^b (x - M(X))^2 \cdot f(x) dx. \quad (3)$$

Смысл и логика их построения становится более доступной для понимания в результате записи исходных условий задачи в

среде интегрированного математического пакета Mathcad.

Так, на рисунке 7 представлена задача, в которой исходные данные представлены в виде функции распределения вероятностей $F(x)$ НСВ. Mathcad позволяет провести операцию дифференцирования, т. е. получить аналитический вид функции плотности распределения вероятностей $f(x)$ НСВ (1), построить графики $F(x)$ и $f(x)$, найти математическое ожидание $M(X)$ и дисперсию $D(X)$, просто записав в среде Mathcad соответствующие формулы (2) и (3): $M(X) = 5,33$; $D(X) = 3,56$.

В другой задаче, связанной с нахождением основных статистик НСВ, в качестве исходных данных приводится функция плотности распределения вероятностей $f(x)$ (рисунок 8). Взяв за основу формулу (1), осуществляем «обратное» действие (интегрирование) для нахождения функции распределения вероятностей $F(x)$ (4):

$$F(x) = \int_a^b f(x) dx. \quad (4)$$

Все необходимые формулы записываются в среде пакета Mathcad, как на листе бумаги («как видим, так и пишем»), программа производит аналитическое вычисление $F(x)$, строит необходимые графики $F(x)$ и $f(x)$ с дальнейшим нахождением $M(X) = 0,285$ и $D(X) = 0,035$.

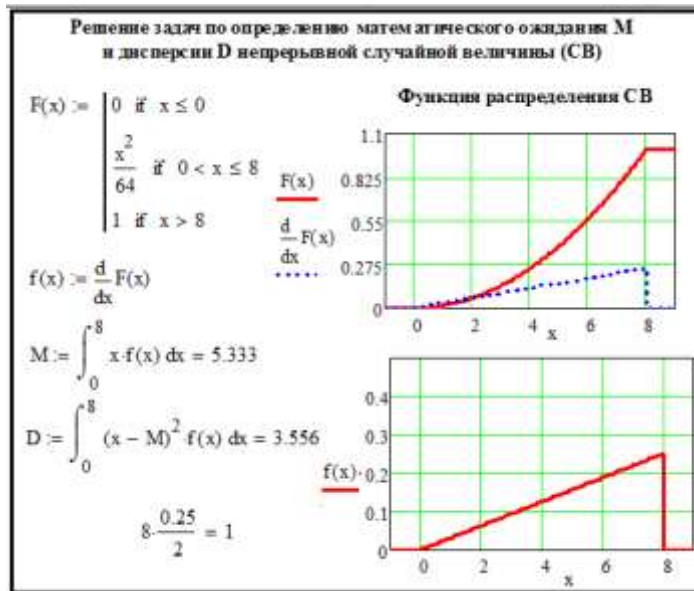


Рисунок 7 – Алгоритм определения основных статистик непрерывной случайной величины, заданной функцией распределения вероятностей $F(x)$, в среде интегрированного математического пакета Mathcad

Figure 7 – An algorithm for determining the basic statistics of a continuous random variable given by probability distribution functions $F(x)$ in the environment of the integrated Mathcad mathematical package

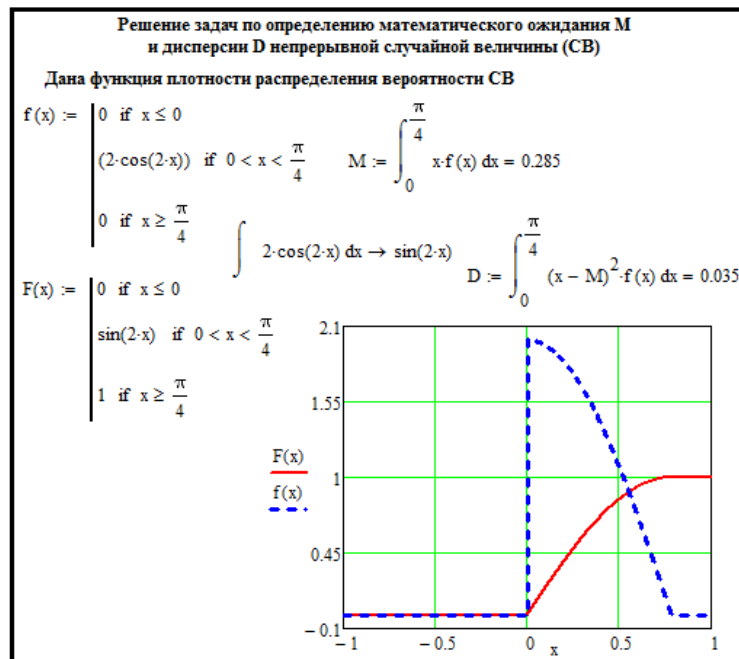


Рисунок 8 – Алгоритм определения основных статистик непрерывной случайной величины, заданной плотностью функции распределения вероятностей $f(x)$, в среде интегрированного математического пакета Mathcad

Figure 8 – An algorithm for determining the basic statistics of a continuous random variable given by the density of the probability distribution function $f(x)$ in the environment of the integrated Mathcad mathematical package

Таким образом, сложные, казалось бы, математические преобразования, с точки зрения восприятия курсантами, становятся понятными и доступными, складывается некоторая «физическая» интерпретация осуществляемых математических операций.

В рамках учебной дисциплины «Сопротивление материалов» интегрированный математический пакет Mathcad также создает удобную и наглядную для понимания среду, в которой, например, возможна автоматизация построения эпюр поперечных сил $Q(x)$ и изгибающего момента $M(x)$ [19].

В качестве примера рассмотрим однопролетную балку длиной $l = 3$ м, с равномерно распределенной нагрузкой $q = 12$ кН/м, которая схематично представлена на рисунке 9 [20].

Определив в начале решения задачи реакции опор $Y_A = \frac{q \cdot l}{2} = 18$ кН/м, в среде интегрированного математического пакета Mathcad записываем уравнения изгибающих моментов $M(x)$ и поперечных сил $Q(x)$, а затем строим соответствующие эпюры, что и представлено на рисунке 10.

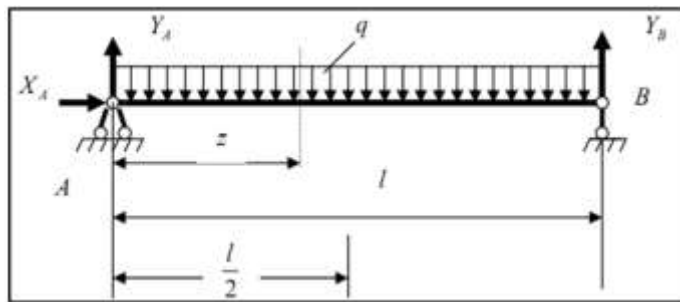


Рисунок 9 – Схема балки нагруженной равномерно распределенной нагрузкой интенсивности q

Figure 9 – Diagram of a beam loaded with a uniformly distributed load of intensity q

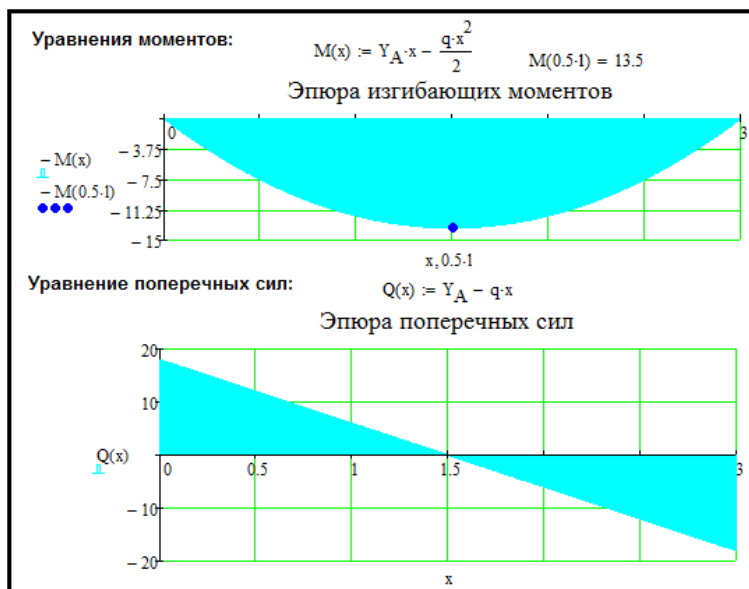


Рисунок 10 – Алгоритмы построения эпюр изгибающих моментов и поперечных сил нагруженной балки в среде интегрированного математического пакета Mathcad

Figure 10 – Algorithms for plotting bending moments and transverse forces of a loaded beam in the environment of the integrated Mathcad mathematical package

При правильном составлении соответствующих уравнений и граничных условий для осей эпюр пакет Mathcad, так же как и в случае с задачами по высшей математи-

ке и статистике, позволяет автоматизировать процесс перестройки результатов решения с учетом изменения исходных данных.

Уникальные возможности предоставляет пакет Mathcad при решении задач по физике и теоретической механике. Здесь целесообразно еще раз отметить специфику интерфейса данного математического пакета, обеспечивающего запись алгоритмов вычислений в той форме, как это выглядит при общепринятой записи математических формул на листе бумаги. Курсанту не требуется предварительно осуществлять математические выкладки, формулы можно сразу помещать в математическую область документа Mathcad.

Для иллюстрации этих возможностей решим задачу из раздела кинематики в среде интегрированного математического пакета Mathcad [21].

Условие: тело брошено вертикально вверх с некоторой скоростью V_0 ; требуется определить, в какой момент времени тело поднимется на максимальную высоту t_{max} , каково значение этой высоты $H(t_{max})$ и в какой момент времени t_0 тело упадет на землю? [22].

На рисунке 11 представлено два метода решения задачи: графический и численный. Для численного решения задачи применяется встроенная в интегрированный пакет Mathcad функция *Maximize*(f , < список параметров >), где f – имя функционала, определенного до обращения к функции; < список параметров > – содержит перечисление (через запятую) имен параметров, относительно которых решается оптимизационная задача.

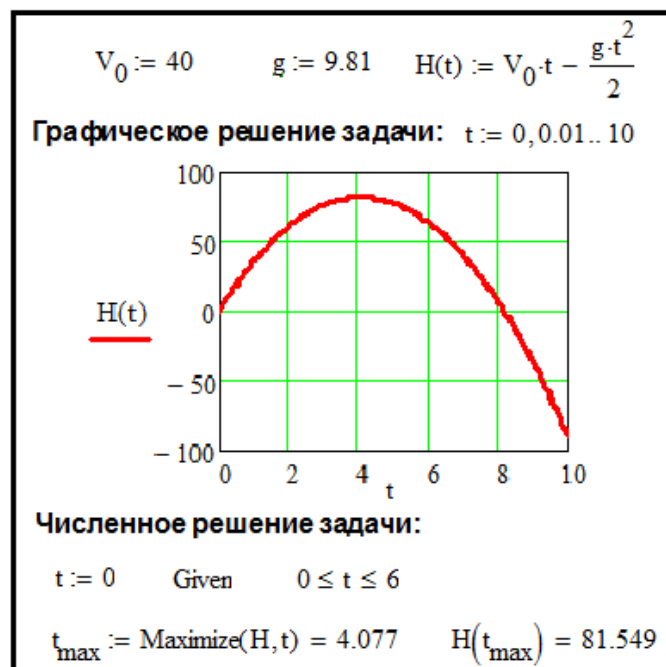


Рисунок 11 – Графический и численный методы решения кинематической задачи в среде интегрированного математического пакета Mathcad

Figure 11 – Graphical and numerical methods for solving a kinematic problem in the environment of the integrated Mathcad mathematical package

Результат решения задачи: время подъема на максимальную высоту $t_{max} = 4$ с, значение максимальной высоты $H(t_{max}) = 81,55$ м. Процедуры расчета момента времени, когда тело упадет на землю, показаны на рисунке 12. Значение $t_0 = 8,155$ с. будем находить, как решение уравнения

$H(t) = 0$ при ограничении $t > 6$ с помощью функции *root*(f, x), обращение к которой стоит в блоке *Given*. Функция *root*(f, x) позволяет решить уравнение с одной неизвестной, т. е. рассчитывает значение переменной x , при котором функция $f(x)$ обращается в нуль.

$$\begin{aligned}
 V_0 &:= 40 & g &:= 9.81 & H(t) &:= V_0 \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} \\
 t &:= 6 & & \text{Given} & & \\
 t &> 6 & H(t) &= 0 & & \\
 t_0 &:= \text{root}(H(t), t) = 8.155 & & & & \\
 & & & & H(t_0) &= -2.274 \times 10^{-13}
 \end{aligned}$$

Рисунок 12 – Решения кинематической задачи в среде интегрированного математического пакета Mathcad

Figure 12 – Solutions of a kinematic problem in the environment of the integrated Mathcad mathematical package

Опыт преподавания технических дисциплин показывает, что значительные затруднения у обучающихся вызывают задачи теоретической механики (прежде всего, из раздела динамики), которые сводятся к решению обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). В пакете Mathcad имеется ряд встроенных функций, значительно облегчающих понимание их решения и обеспечивающих визуализацию изучаемых процессов. Результат решения ОДУ часто называют решением задачи Коши. Для этой цели применяется встроен-

ная функция $Odesolve(t, t_k, n)$, обращение к которой стоит в решающем блоке *Given*. Здесь аргументами функции являются: t – имя переменной; t_k – значение, задающее конец интервала интегрирования (начало интервала t_0); n – необязательный параметр, обозначающий число интервалов, на которые разбивается отрезок (t_0, t_k) [23].

Модель затухающего гармонического осциллятора, иллюстрирующая решение задачи Коши, представлена на рисунке 13.

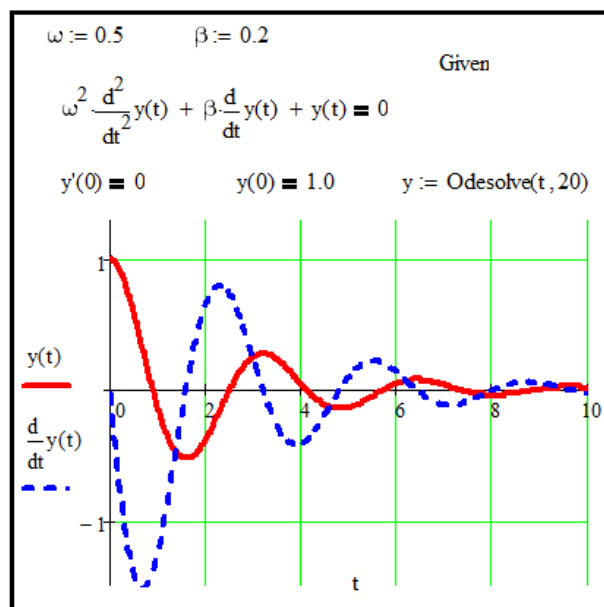


Рисунок 13 – Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка (модель затухающего гармонического осциллятора) в среде интегрированного математического пакета Mathcad

Figure 13 – Solution of the Porridge problem for second-order ordinary differential equations (damped harmonic oscillator model) in the environment of the integrated Mathcad mathematical package

Представленные в статье примеры применения интегрированного математического пакета Mathcad при решении задач инженерно-технического профиля, конечно, не ограничиваются только дисциплинами «Высшая математика», «Сопротивление материалов» и «Теоретическая механика». В программе существует инструментарий, способный моделировать кинематику (анимационную модель) различных схем и конструкций, например, движение кривошипно-шатунного механизма в двигателе внутреннего сгорания и т. п.

Заключение

Таким образом, представленный в статье материал позволяет уверенно и обоснованно утверждать, что применение интегрированного математического пакета Mathcad существенно повышает эффективность формирования общепрофессиональных компетенций у курсантов по учебным дисциплинам инженерно-технического профиля, обеспечивая, тем самым, должный уровень подготовки будущих офицеров-артиллеристов для решения ими служебно-боевых задач.

Список источников

1. ОК 009-2016. Общероссийский классификатор специальностей по образованию: приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 08 декабря 2016 года № 2007-ст (Разработан Минобрнауки России и введен в действие 01 июля 2017 г.) // «Гарант»: информационно-правовая система: [сайт]. URL: <https://www.base.garant.ru> (дата обращения: 15.08.2024).
2. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие: приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 18 августа 2020 года № 1053 (с изменениями и дополнениями), (ред. с изм. № 662 от 19 июля 2022 года № 208 от 27 февраля 2023 года) Зарегистрировано в Минюсте России 08 сентября 2020 года № 59711 // «Гарант»: информационно-правовая система: [сайт]. URL: <https://www.base.garant.ru> (дата обращения: 15.08.2024).
3. Образцов П. И. Дидактика высшей военной школы: учебное пособие / П. И. Образцов, В. М. Косухин. Орел: Академия Спецсвязи России, 2004. 317 с.
4. Андриенко А. С. Компетентностно-ориентированный подход в системе высшего образования: история, современное состояние и перспективы развития: монография. Чебоксары: ИД «Среда», 2018. 92 с.
5. Миллер А. А. Педагогическая модель формирования технической компетентности курсантов высшего военного учебного заведения: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / Миллер Александр Александрович. Новокузнецк, 2008. 246 с.
6. Компетентностный подход: пути реализации: монография / Г. П. Гагаринская, В. П. Гарькин, Е. Н. Живицкая [и др.]. Самара: Изд-во «Универс групп», 2008. 258 с.
7. Троянская С. Л. Основы компетентностного подхода в высшем образовании: учебное пособие. Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. 176 с.
8. Компетентностный подход. Инновационные методы и технологии обучения: учебно-методическое пособие / сост. Н. В. Соловова, С. В. Николаева. Самара: «Универс групп», 2009. 137 с.
9. Новые технологии в методике преподавания военных дисциплин: сб. тез. докл. науч.-практ. семинара / под общ. ред. О. В. Сивца. Минск: БГУ, 2014. 152 с.
10. Богатырёв И. Н. 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: 12.05.2024).
11. Решение инженерных задач в пакете MathCAD: учебное пособие / Ю. Е. Воскобойников; под ред. Ю. Е. Воскобойникова. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2013. 120 с.
12. Макаров Е. Г. Инженерные расчеты в Mathcad 15: учебное пособие СПб.: Изд-во «Инфра-инженерия», 2024. 408 с.
13. Шипачев В. С. Высшая математика: учебник для вузов 4-е изд. М.: Юрайт, 2014. 607 с.
14. Кирьянов Д. В. Mathcad 15 / Mathcad Prime 1.0. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 432 с.
15. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Юрайт, 2015. 480 с.
16. Большакова Л. В., Примакин А. И., Яковлева Н. А. Математико-статистические методы обработки экспериментальных данных при проведении научных исследований: методические рекомендации / Л. В. Большакова, А. И. Примакин, Н. А. Яковлева СПб.: Изд-во СПб ун-та МВД России, 2014. 92 с.

17. Алябьева С. В. MathCAD для студентов: учебный практикум / С. В. Алябьева, Е. П. Борматова, М. В. Данилова [и др.]. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. 154 с.
18. Вайнштейн И. И. Теория вероятностей и математическая статистика. Методы математической статистики и их реализация в среде Mathcad / И. И. Вайнштейн, Т. А. Кустицкая Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012. 88 с.
19. Макаров Е. Г. Сопротивление материалов на базе Mathcad. СПб. : БХВ-Петербург, 2004. 512 с.
20. Мухин Д. В. Использование пакета MathCAD для решения задач дисциплины «Сопротивление материалов»: практикум / Д. В. Мухин. Ульяновск: УлГТУ, 2015. 115 с.
21. Бертяев В. Д. Теоретическая механика. Курсовые работы с использованием Mathcad: учебное пособие / В. Д. Бертяев, Л. А. Булатов, Латышев В. И. [и др.]. М. : Изд-во АСВ, 2010. 304 с.
22. Доев В. С., Доронин Ф. А. Сборник заданий по теоретической механике на базе Mathcad. Ростов н/Д: Феникс, 2010.
23. Очков В. Ф. Физико-математические этюды с Mathcad и Интернет / В. Ф. Очков, Е. П. Богомолова, Д. А. Иванов. СПб., 2016. 388 с.

References

1. ОК 009-2016. Obshcherossijskij klassifikator special'nostej po obrazovaniyu: prikaz Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 08 dekabrya 2016 goda № 2007-st (Razrabotan Minobrnauki Rossii i vveden v dejstvie 01 iyulya 20217 g.) // «Garant»: informacionno-pravovaya sistema: [sait]. Available from: <https://www.base.garant.ru> (data obrashcheniya: 15.08.2024). (In Russ.).
2. Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya – specialitet po special'nosti 17.05.02 Strelkovo-pushechnoe, artillerijskoe i raketnoe oruzhie: prikaz Ministerstva nauki i vysshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii ot 18 avgusta 2020 goda № 1053 (s izmeneniyami i dopolneniyami), (red. s izm. № 662 ot 19 iyulya 2022 goda № 208 ot 27 fevralya 2023 goda) Zaregistrirvano v Minyuste Rossii 08 sentyabrya 2020 goda № 59711 // «Garant»: informacionno-pravovaya sistema: [sait]. URL: <https://www.base.garant.ru> (data obrashcheniya: 15.08.2024). (In Russ.).
3. Obrazcov P. I. Didaktika vysshej voennoj shkoly: uchebnoe posobie / P. I. Obrazcov, V. M. Kosuhin. Orel: Akademiya Specsvyazi Rossii, 2004. 317 s. (In Russ.).
4. Andrienko A. S. Kompetentnostno-orientirovannyj podhod v sisteme vysshego obrazovaniya: istoriya, sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya: monografiya. Cheboksary: ID «Sreda», 2018. 92 s. (In Russ.).
5. Miller A. A. Pedagogicheskaya model' formirovaniya tekhnicheskoy kompetentnosti kursantov vysshego voennogo uchebnogo zavedeniya: dis. ... kand. ped. nauk: 13.00.08 / Miller Aleksandr Aleksandrovich. Novokuzneck, 2008. 246 s. (In Russ.).
6. Kompetentnostnyj podhod: puti realizacii: monografiya / G. P. Gagarinskaya, V. P. Gar'kin, E. N. Zhivickaya [i dr.]. Samara: Izd-vo «Univers grupp», 2008. 258 s. (In Russ.).
7. Troyanskaya S. L. Osnovy kompetentnostnogo podhoda v vysshem obrazovanii: uchebnoe posobie. Izhevsk: Izdatel'skij centr «Udmurtskij universitet», 2016. 176 s. (In Russ.).
8. Kompetentnostnyj podhod. Innovacionnye metody i tekhnologii obucheniya: uchebno-metodicheskoe posobie / sost. N. V. Solovova, S. V. Nikolaeva. Samara: «Univers grupp», 2009. 137 s. (In Russ.).
9. Novye tekhnologii v metodike prepodavaniya voennyh disciplin: sb. tez. dokl. nauch-prakt. seminarov / pod obshch. red. O. V. Sivca. Minsk: BGU, 2014. 152 s. (In Russ.).
10. Bogatyryov I. N. Features of using Mathcad in teaching / I. N. Bogatyryov, K. V. Chasov // Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik. 2017;4–6. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=17560> (data obrashcheniya: 12.05.2024). (In Russ.).
11. Reshenie inzhenernyh zadach v pakete MathCAD: uchebnoe posobie / Yu. E. Voskobochnikov; pod red. Yu. E. Voskobochnikova. Novosibirsk: NGASU (Sibstrin), 2013. 120 s. (In Russ.).
12. Makarov E. G. Inzhenernye raschety v Mathcad 15: uchebnoe posobie SPb. : Izd-vo «Infra-inzheneriya», 2024. 408 с. (In Russ.).
13. Shipachev V. S. Vysshaya matematika: uchebnik dlya vuzov 4-e izd. M. : Yurajt, 2014, 607 s. (In Russ.).
14. Kir'yanov D. V. Mathcad 15 / Mathcad Prime 1.0. SPb. : BHV-Peterburg, 2012. 432 s. (In Russ.).
15. Gmurman V. E. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika. M. : Yurajt, 2015. 480 s. (In Russ.).

16. Bol'shakova L. V., Primakin A. I., Yakovleva N. A. Matematiko-statisticheskie metody obrabotki eksperimental'nyh dannyh pri provedenii nauchnyh issledovaniy: metodicheskie rekomendacii / L. V. Bol'shakova, A. I. Primakin, N. A. Yakovleva SPb. : Izd-vo SPb un-ta MVD Rossii, 2014. 92 s. (In Russ.).

17. Alyab'eva S. V. MathCAD dlya studentov: uchebnyj praktikum / S. V. Alyab'eva, E. P. Bormatova, M. V. Danilova [i dr.]. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU, 2007. 154 s. (In Russ.).

18. Vajnshtejn I. I. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika. Metody matematicheskoy statistiki i ih realizaciya v srede Mathcad / I. I. Vajnshtejn, T. A. Kustickaya Krasnoyarsk : Sibirskij federal'nyj universitet, 2012. 88 s. (In Russ.).

19. Makarov E. G. Soprotivlenie materialov na baze Mathcad. SPb. : BHV-Peterburg, 2004. 512 s. (In Russ.).

20. Muhin D. V. Ispol'zovanie paketa MathCAD dlya resheniya zadach discipliny «Soprotivlenie materialov»: praktikum / D. V. Muhin. Ul'yanovsk: UIGTU, 2015. 115 s. (In Russ.).

21. Bertyaev V. D. Teoreticheskaya mekhanika. Kursovye raboty s ispol'zovaniem Mathcad: uchebnoe posobie / V. D. Bertyaev, L. A. Bulatov, V. I. Latyshev [i dr.]. M. : Izd-vo ASV, 2010. 304 s. (In Russ.).

22. Doev V. S., Doronin F. A. Sbornik zadaniy po teoreticheskoy mekhanike na baze Mathcad. Rostov n/D: Feniks, 2010. (In Russ.).

23. Ochkov V. F. Fiziko-matematicheskie etyudy s Mathcad i Internet / V. F. Ochkov, E. P. Bogomolova, D. A. Ivanov. SPb., 2016. 388 s. (In Russ.).

Информация об авторах

Information about the authors

А. Д. Косолапов – кандидат педагогических наук, доцент

А. И. Примакин – доктор технических наук, профессор

A. D. Kosolapov – Candidate of Sciences (Pedagogy), Docent

A. I. Primakin – Doctor of Sciences (Technical), Professor

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 22.05.2024; одобрена после рецензирования 30.05.2024; принята к публикации 20.09.2024.

The article was submitted 22.05.2024; approved after reviewing 30.05.2024; accepted for publication 20.09.2024.