



АКАДЕМИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК

ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

№ 2
2026

В НОМЕРЕ:

Опыт организации и проведения мероприятий военно-политической работы в ходе специальной военной операции

Особенности организации охраны объектов подразделениями вневедомственной охраны войск национальной гвардии в условиях цифровой трансформации

К вопросу повышения живучести системы охранной сигнализации к преднамеренным действиям нарушителя

Разработка и анализ модульной системы дополнительной защиты объектов от средств поражения беспилотных летательных аппаратов

Журнал включен в Перечень российских рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

ретению необходимых навыков основан на интенсификации познавательной деятельности и его содержательном компоненте – интенсивном обучении.

Понятие «интенсификация» с точки зрения образовательной деятельности появилось в русском словаре первой половины XIX века и означает интенсивный, усиленный (французское слово «intensif») [3].

Понятие «интенсификация познавательной деятельности» содержательно соразмерно с термином «интенсивное обучение». Интенсивное обучение – это передача обучаемым большого объема учебной информации на основе интенсивных технологий обучения при временном ограничении обучения и без снижения требований к качеству формируемых знаний [4; 5].

Выделяют следующие направления интенсификации: оптимизация, интеграция, цифровизация.

Интенсификация познавательной деятельности – это применение эффективных подходов к обучению в условиях возрастания объема учебной информации при отсутствии возможности увеличения времени на объяснительно-иллюстративное ее изложение обучающимся. Повышение темпов обучения может быть достигнуто путем совершенствования содержания учебного материала и методов обучения.

Для успешной интенсификации познавательной деятельности обучающихся нами считается важным осуществлять поиск и применение на научной основе методов руководства познавательным процессом обучающихся, позволяющих мобилизовать их активную познавательную деятельность, применяя цифровые технологии работы с учебным материалом, в данном случае – физико-математического содержания.

Результативность познавательной деятельности в процессе восприятия учебного материала курсантами, как показывает педагогический опыт, повышается в ходе применения на занятиях программного обеспечения, а именно специализированных программ (Mathcad, Statistica, SPSS, Компас-3D, Mathematica) и офис-

ных приложений (электронных таблиц – MS Excel или LO Calc). Обучающихся увлекает возможность быстрого получения ответа в задаче, на решение которой «вручную» требовалось бы много времени, а как мы знаем, временные рамки учебного занятия весьма ограничены.

При этом необходимо отметить, что рассматриваемые офисное и специализированное программные обеспечения имеют иностранное происхождение и отсутствуют в Реестре объектов фонда алгоритмов и программ войск национальной гвардии. В связи с чем его применение возможно исключительно на автономных автоматизированных рабочих местах военных образовательных организациях высшего образования войск.

Активизирует внимание и интерес курсантов применение на учебных занятиях виртуальных лабораторных практикумов, таких как ФИЗИКОН или CryptoStudy [6].

Предложим ряд направлений по интенсификации обучения курсантов посредством применения на занятиях компьютерных программ и педагогических приемов по реализации их функциональных возможностей на занятиях по учебной дисциплине «Высшая математика».

«Высшая математика» изучается курсантами на 1 и 2 курсах. Тема первых занятий – «Элементы линейной и векторной алгебры», где курсанты изучают и выполняют операции с матрицами: основные арифметические действия, транспонирование и вычисление определителей матриц [7].

Электронные таблицы позволяют выполнять операции с матрицами с помощью встроенных функций и формул (рис. 1) [8]. Если операции сложения и вычитания осваиваются курсантами

ТРАНСП	X	✓	Σ	=A8:B9+D8:E9									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
3	Сложение и вычитание матриц, умножение матриц на число в MS EXCEL												
4													
5	1. Сложение матриц (определено ТОЛЬКО ДЛЯ МАТРИЦ одного порядка)												
7	Матрица A			Матрица B			A+B (формула массива)			A+B (без формулы массива)			
8	1	2		0	-4		D8:E9	-2		1	-2		
9	9	-1		5	16		14	15		14	15		
10													
11	2. Вычитание матриц (определено ТОЛЬКО ДЛЯ МАТРИЦ одного порядка)												
13	Матрица A			Матрица B			A+B (формула массива)			A+B (без формулы массива)			
14	1	2		0	-4		1	-2		1	-2		
15	9	-1		5	16		14	15		14	15		
16	8	3		5	16		13	19		13	19		

Рис. 1. Примеры сложения и вычитания матриц, выполненные в среде электронных таблиц

без затруднений, то операция умножения матриц требует от них знания соответствующего алгоритма действий. Как правило, вначале курсанты выполняют операцию умножения матриц «вруч-

TRANSP										=МУМНОЖ(A8:B9;D8:E9)									
	A	B	C	D	E	F	МУМНОЖ(массив1; массив2)			K	L	M	N	O	P	Q			
3	Умножение матриц в MS EXCEL																		
5	1.1. Умножение матриц (квадратные матрицы)																		
7	Матрица A			Матрица B			A*B (функция МУМНОЖ)			A*B (по определению), формула массива									
8	1	2		0	-4		E9)	28		10	28								
9	9	-1		5	16		-5	-52		-5	-52								
11	1.2. Умножение матриц (ЧИСЛО СТОЛБЦОВ МАТРИЦЫ A ДОЛЖНО БЫТЬ РАВНО ЧИСЛУ СТРОК МАТРИЦЫ B)																		
13	Матрица A			Матрица B			A*B (функция МУМНОЖ)			A*B (по определению), формула массива									
14	1	2		0	-4	8	10	28	18	10	28	18							
15	9	-1		5	16	5	-5	-52	67	-5	-52	67							
16	6	3					15	24	63	15	24	63							
18	Строк	3		Строк	2		Проверка	#####											
19	Столб	2		Столб	3		Строк в A*B	3											
20							Столбцов в A*B	3											

Рис. 2. Примеры умножения матриц, выполненные в среде электронных таблиц

ную», а затем проверяют полученный результат с помощью специальной функции «МУМНОЖ()» (рис. 2). Если курсанты нарушают правило перемножения матриц, то функция «МУМНОЖ()» сообщает об ошибке «#ЗНАЧ».

нений СЛАУ). Приобретая практический навык работы с матрицами, обучающиеся достаточно легко осваивают матричный метод решения СЛАУ, используя возможности электрон-

ных таблиц.

Последовательность процедур предполагает нахождение определителя основной матрицы, получение обратной матрицы и дальнейшее перемножение матриц. Все эти действия осуществляются с помощью специальных функций, встроенных в

X										=МОБР(D3:F5)															
	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O												
			2	4	1																				
	A =		5	3	8																				
			-2	4	2																				
			(D3:F5)	0.031	-0.223																				
	Aобр =		0.2	-0.046	0.085																				
			-0.2	0.123	0.108																				

Аргументы функции

МОБР

Массив

D3:F5

↑

= {2;4;1;5;3;8;-2;4;2}

= {0.2;0.0307692307692308;-0.223076...

Возвращает обратную матрицу (матрица хранится в массиве).

Массив: числовой массив с равным количеством строк и столбцов, либо диапазон или массив.

Значение: 0.2

Справка по этой функции

OK

Отмена

Рис. 3. Применение специальной функции МОБР() для вычисления обратной матрицы в среде электронных таблиц

Значительно больше времени требуется, когда необходимо найти обратную матрицу. Алгоритм решения предполагает достаточно запутанную цепочку арифметических действий, как кажется курсантам, и первые попытки рассчитать обратную матрицу получаются не у всех. Лучшее понимание обучающимися этой операции происходит, когда они применяют специальную функцию «МОБР()» (рис. 3).

Возможность оперативной проверки правильности расчета обратной матрицы, а также более доступное для понимания курсантами ее смыс-

электронную таблицу: «МОПРЕД()», «МОБР()» и «МУМНОЖ()» соответственно. Пример постановки задачи по решению СЛАУ (исходные данные) и основные этапы ее выполнения показаны на рисунке 5.

Calibri										Аргументы функции									
										МУМНОЖ									
										Массив1: C3:E9 = {2;4;1;5;3;8;-2;4;2}									
										Массив2: C8:E10 = {0.2;0.0307692307692308;-0.223076...}									
										Возвращает матричное произведение двух массивов; результат имеет то же число строк, что и первый массив, и то же число столбцов, что и второй массив.									
										Массив1: первый из перемножаемых массивов, число столбцов в нем должно равняться числу строк во втором массиве.									
										Значение: 1.00									
										Справка по этой функции									
										OK Отмена									

Рис. 4. Вычисление обратной матрицы и проверка ее правильности (как результат перемножения исходной и обратной матриц) в среде электронных таблиц

ТРАНСП	X	✓	f _x	=МУМНОЖ(A42:D45;F34:F37)				
A	B	C	D	E	F	G	H	I
27	2. СЛАУ 4-го порядка							
28	$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 30 \\ -x_1 + 2x_2 - 3x_3 + 4x_4 = 10 \\ x_2 - x_3 + x_4 = 3 \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 10 \end{cases}$							
29								
30								
31								
32								
33	Матрица коэффициентов (квадратная, 4-го порядка)				Столбец свободных членов			
34	1	2	3	4	30			
35	-1	2	-3	4	10			
36	0	1	-1	1	3			
37	1	1	1	1	10			
38								
39	-4 Определитель матрицы							
40								
41	Обратная матрица				Столбец неизвестных членов (решение)			
42	-1.000	1.000	-3.000	3.000	F37			
43	0.750	-1.250	4.000	-2.000	2.000			
44	0.500	-0.500	1.000	-1.000	3.000			
45	-0.250	0.750	-2.000	1.000	4.000			

Рис. 5. Решение СЛАУ (четыре уравнения) матричным методом в среде электронных таблиц

Представленные примеры использования на занятиях компьютерных программ (офисных приложений – электронных таблиц) имеют отношение, в первую очередь, к проведению арифметических расчетов и автоматизации несложных алгоритмов, что, несомненно, упрощает их понимание курсантами. Однако чаще всего возникает необходимость в проведении символьных преобразований математических выражений и зависимостей. Достоинства символьных операций заключаются в возможности проводить их не только над численными значениями, но и над переменными.

Перемножение матриц

$$\begin{pmatrix} a & b & c \\ d & f & g \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} u & x \\ v & y \\ w & z \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a \cdot u + b \cdot v + c \cdot w & a \cdot x + b \cdot y + c \cdot z \\ d \cdot u + f \cdot v + g \cdot w & d \cdot x + f \cdot y + g \cdot z \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} a & b & c \\ d & f & g \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} u & x & v \\ y & w & z \end{pmatrix} \rightarrow$$

Рис. 6. Перемножение матриц в символьной форме при использовании специализированной программы Mathcad

В этом случае целесообразно обратиться к специализированным программным пакетам, например, к интегрированному математическому пакету Mathcad [9].

Операция перемножения матриц, представленная на рисунке 6, позволяет курсанту не только получить результат в символьной форме, но и увидеть возможную ошибку, если нарушаются правила выполнения соответствующей операции. Вторым рядом выделяется сообщение о несовпадении числа столбцов первой матрицы с числом строк второй матрицы (т.е. ошибка).

Умножение вектора и строки

$$(a \ b \ c \ d) \cdot \begin{pmatrix} s \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix} \rightarrow a \cdot s + b \cdot x + c \cdot y + d \cdot z$$

$$\begin{pmatrix} s \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix} \cdot (a \ b \ c \ d) \rightarrow \begin{pmatrix} a \cdot s & b \cdot s & c \cdot s & d \cdot s \\ a \cdot x & b \cdot x & c \cdot x & d \cdot x \\ a \cdot y & b \cdot y & c \cdot y & d \cdot y \\ a \cdot z & b \cdot z & c \cdot z & d \cdot z \end{pmatrix}$$

Рис. 7. Умножение вектора и строки в среде программы Mathcad

Подобная обратная связь при работе со специализированной программой существенно повышает результативность обучения, курсант видит свою ошибку при решении задачи без вмешательства преподавателя и, обращаясь к теоретическим положениям изучаемого вопроса, пытается ее устранить.

Еще один пример, который вызывает затруднение у курсантов, относящийся к умножению вектора на матрицу-строку и, наоборот, строки на вектор, приведен на рисунке 7.

Опыт проведения занятий по математике с использованием специализированных математических программ позволяет утверждать, что возможность преобразований и получение решений в символьной форме существенно повышает заинтересованность курсантов, увлекает их и делает занятие более результативным.

Модуль вектора

$$\left| \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} \right| \rightarrow \sqrt{(|a|)^2 + (|b|)^2 + (|c|)^2}$$

$$\left| \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \right| \rightarrow \sqrt{14}$$

Рис. 8. Расчет модуля вектора в среде программы Mathcad

Необходимо отметить, что для векторов (как частный случай матриц) в линейной алгебре предусмотрен целый ряд специфических операций, которые реализованы в системе Mathcad.

Например, возможность определения модуля вектора и представления последовательности процедур в символьной форме вполне может рассматриваться как удобный справочный материал, используемый в ходе занятия (рис. 8).

Еще один пример решения задачи, тематика которой вызывает сложности у курсантов, – это векторное произведение двух векторов. Необходимость в выпол-

Векторное произведение двух векторов

$$\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} b \cdot z - c \cdot y \\ c \cdot x - a \cdot z \\ a \cdot y - b \cdot x \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 4 \\ 5 \\ 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -3 \\ 6 \\ -3 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 4 \\ 5 \\ 6 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 7 \\ 8 \\ 9 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 78 \\ 6 \\ -66 \end{pmatrix}$$

Рис. 9. Векторное произведение двух векторов в среде программы Mathcad

нении данной векторной операции встречается в учебном материале последующих технических дисциплин: физика, теоретическая механика и т.п.

Возможность символьных преобразований в среде специализированных математических программ (Mathcad) позволяет курсантам осваивать учебный материал даже в часы самоподготовки и без участия преподавателя: теоретические выкладки в символьной форме закрепляются в ходе выполнения численного примера (рис. 9).

Последующие разделы учебной дисциплины «Высшая математика» связаны с изучением функциональных зависимостей: исследование функций, поиск производных функций и их интегрирование, дифференциальное и интегральное исчисления функции нескольких переменных.

Задачи данных разделов выполняются в специализированных математических программах, главным образом, аналитически. Благодаря своим функциональным возможностям, эти программы позволяют курсантам существенно сэкономить время и силы на понимание изучаемого материала и выполнение порой несложных, но рутинных преобразований.

Символьные вычисления можно осуществлять с помощью команд меню, а также с помощью символьного вывода в виде стрелки, ключевых слов символьного процессора и символьных вычислений в реальном времени, т.е. с помощью обычных и привычных формул. Последний способ более нагляден, т.к. позволяет курсантам записывать выражения в традиционной математической форме и сохранять символьные вычисления в документах Mathcad [10].

Символьный процессор Mathcad способен выполнять основные алгебраические преобра-

Упрощение выражений и разложение на множители

1. С помощью меню

$$\cos(x)^4 - 6 \cdot \cos(x)^2 \cdot \sin(x)^2 + \sin(x)^4$$

2. С помощью оператора $\rightarrow$

$$\cos(4 \cdot x) \text{ expand} \rightarrow \cos(x)^4 - 6 \cdot \cos(x)^2 \cdot \sin(x)^2 + \sin(x)^4$$

Рис. 10. Упрощение выражений и разложение на множители в среде программы Mathcad

зования: упрощение выражений, символьные перемножения и суммирование, упрощение и разложение алгебраических выражений на множители и другие (рис. 10).

Оперативная визуализация функциональных зависимостей, достаточно простая и очевидная последовательность процедур построения графиков – одно из наиболее впечатляющих достоинств программы Mathcad, что способствует осмысленному пониманию курсантами логики проведения функционального анализа.

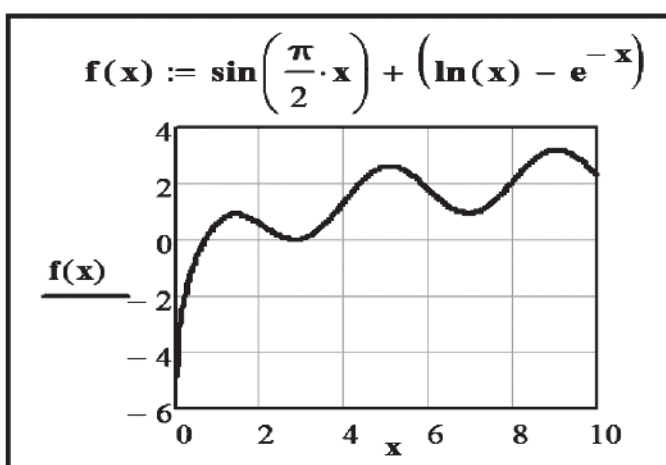


Рис. 11. Пример построения функциональной зависимости в среде программы Mathcad

Казалось бы, сложная функция, представляющая «нагромождение» элементарных функциональных зависимостей, «пугающая» курсантов только одним своим видом, после быстрого построения в программе Mathcad предстаёт понятной и очевидной для последующего функционального анализа.

Пример подобного построения «сложной» функции представлен на рисунке 11.

$$f(x) := \sin\left(\frac{\pi \cdot x}{2}\right) + (\ln(x) - e^{-x})$$

$$\frac{d}{dx}f(x) \rightarrow e^{-x} + \frac{1}{x} + \frac{\pi \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot x}{2}\right)}{2}$$

$$\frac{d^2}{dx^2}f(x) \rightarrow -e^{-x} - \frac{\pi^2 \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot x}{2}\right)}{4} - \frac{1}{x^2}$$

Рис. 12. Нахождение производных первого и второго порядка исследуемой функции в среде программы Mathcad

Дальнейшие процедуры анализа исследуемой функции, связанные с нахождением пределов и производных первого и второго порядка, легко осуществляются с помощью символьных (аналитических) преобразований в той же программе Mathcad (рис. 12).

Необходимо отметить, что для фундаментального освоения курсантами соответствующих разделов высшей математики недостаточно приобретения ими механических навыков введения исходных данных в программу и получения сразу окончательного ответа. Требуется научить их осмысленно проводить нужные аналитические преобразования, понимать смысл соответствующих математических операций.

В этом случае применение специализированных математических пакетов рассматривается как методическое сопровождение занятия, призванное упростить понимание изучаемого вопроса (с возможностью визуализации явления и автоматизации расчетов), сделать его более доступным для освоения курсантами [1].

Этому способствуют применяемые на занятиях педагогические приемы, построенные на интерактивных технологиях обучения: постановка задачи; попытка ее самостоятельного решения; оперативность в сравнении правильного ответа с полученным результатом в среде математического пакета и переход к выполнению следующего задания [11].

Продemonстрируем возможности специализированной программы

в сочетании с применяемой педагогической методикой по пониманию теоретических основ и решению задач более сложного порядка, где совместно применяются графические построения и аналитические выкладки.

Приводимый ниже пример касается математических основ преобразования Фурье [12].

Переход от функции $f(t)$ к параметрам ее ряда Фурье, т.е. амплитудам и фазам гармоник, называют прямым преобразованием Фурье, а обратный переход – обратным преобразованием Фурье. В математическом пакете Mathcad были разработаны специальные методы быстрого преобразования Фурье (БПФ) с помощью функции $fft(V)$ (Fast Fourier Transform – быстрое преобразование Фурье).

Для осуществления обратного БПФ в математическом пакете Mathcad существует функция $ifft(V)$.

На рисунке 13 представлен пример БПФ в математическом пакете Mathcad с помощью функции $cfft(X)$. По условию задан вектор из $2^3=8$ комплексных элементов, над которыми производится прямое БПФ и получается новый вектор. В дальнейшем над новым вектором производится обратное БПФ (с помощью функции $icfft(X)$) и получаем исходный вектор X .

Прямое БПФ позволяет перевести временную зависимость в частотный спектр, а обратное БПФ переводит частотный спектр во временную зависимость.

Вектор X с комплексными элементами с помощью прямого БПФ преобразуется в вектор Y:

$$i := \sqrt{-1}$$

$$X = \begin{pmatrix} 1 + 8 \cdot i \\ 2 + 7 \cdot i \\ 3 + 6 \cdot i \\ 4 + 5 \cdot i \\ 5 + 4 \cdot i \\ 6 + 3 \cdot i \\ 7 + 2 \cdot i \\ 8 + 1 \cdot i \end{pmatrix} \quad Y = cfft(X) \quad Y = \begin{pmatrix} 12.728 + 12.728i \\ -4.828 - 2i \\ -2.828 \\ -2 + 0.828i \\ -1.414 + 1.414i \\ -0.828 + 2i \\ 2.828i \\ 2 + 4.828i \end{pmatrix}$$

Вектор Y с комплексными элементами с помощью обратного БПФ преобразуется в вектор X1 аналогичный исходному вектору X:

$$X1 = icfft(Y) \quad X1 = \begin{pmatrix} 1 + 8i \\ 2 + 7i \\ 3 + 6i \\ 4 + 5i \\ 5 + 4i \\ 6 + 3i \\ 7 + 2i \\ 8 + i \end{pmatrix}$$

Рис. 13. Прямое и обратное БПФ для векторов с комплексными элементами в среде программы Mathcad



Рис. 14. Применение БПФ для спектрального разложения и синтеза прямоугольного импульса в среде программы Mathcad

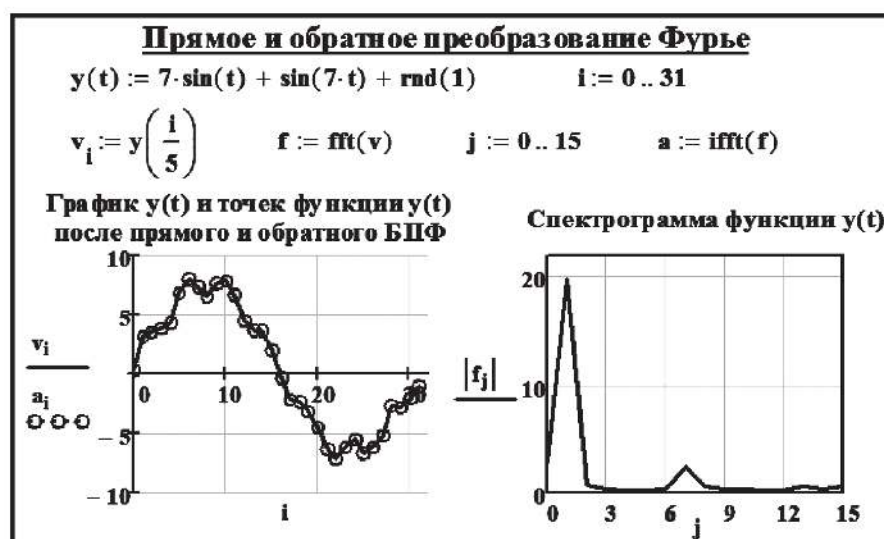


Рис. 15. Пример БПФ для сложной функции в среде программы Mathcad

На рисунке 14 представлены процедуры разложения прямоугольного импульса ($fft(q)$) с его последующим синтезом с помощью обратного БПФ ($ifft(g)$).

На рисунке 15 представлен еще один пример на прямое и обратное БПФ, но только уже для более сложной трехкомпонентной функции, состоящей из двух гармонических функций и компоненты в виде случайных чисел.

Производится сравнение исходной функции с результатом обратного БПФ. Представлен результат прямого БПФ исходной функции в виде спектрограммы.

С учетом широкого применения преобразований Фурье в последующих инженерно-технических дисциплинах и цифровых технологиях понимание курсантами этого процесса, его анализ и моделирование невозможны без применения специализированных математических программ.

Сочетание теоретических выкладок с возможностями практической реализации, то есть то, что позволяет специализированная программа, во многом обеспечивает интенсификацию процесса обучения, благодаря наглядности и автоматизации процедур, что делает учебный материал доступным для понимания и формирует более глубокие знания у курсантов.



Рис. 2. Практические занятия с курсантами по теме «Эвакуация вооружения, военной и специальной техники»

но выстроить правильный алгоритм работы. Это приводит к снижению оценочных показателей и мотивации. При индивидуальном подходе появляется возможность провести изменения с помощью конкретных педагогических инструментов.

Система инструментов индивидуального подхода на практическом занятии может быть следующей:

- дифференцированная педагогическая поддержка. Преподаватель, выявив затруднение, не дает готового ответа, а оказывает адресную помощь: для одного обучающегося – это наводящие вопросы, для другого – через подсказку следующего действия, для третьего – через визуальную демонстрацию на аналогичном узле, механизме или агрегате. Курсант может ошибаться и производить неправильные действия, которые могут привести как к не выполнению задания, так и в редких случаях к повреждению восстанавливаемых составных частей агрегата, но иногда только так он может понять свои ошибки и в дальнейшем не допускать их на ос-

нове собственного, хоть и отрицательного, но опыта. Взаимодействие с ремонтным подразделением батальона обеспечения учебного процесса Пермского военного института войск национальной гвардии позволяет обновлять учебно-материальную базу учебной лаборатории, как для изучения способов восстановления комплектующих военных гусеничных и колесных машин, при поступлении более современных образцов вооружения, военной и специальной техники, так и в случае дальнейшей непригодности агрегатов или деталей для выполнения ремонтных работ;

- дифференциация справочного материала. Перед проведением практических занятий старший группы, либо другое назначенное должностное лицо, даёт указание на получение в библиотеке ряда наименований учебной литературы и документации, позволяющей обратиться к ним во время выполнения заданий на учебных местах, связанных с разборочно-сборочными, дефектовочными или другими технологическими операциями. Помимо этого, для обучающихся, испытывающих сложности с запоминанием алгоритмов действий при выполнении задания, предусматривается использование операционных (технологических) подсказок на учебных местах или точках. Такая возможность позволяет не только успешно выполнить задание, но и выработать навык работы с технической документацией;

- дифференциация заданий на основе уже имеющегося опыта и способностей. Как правило, при проведении каждого практического занятия по дисциплине рассматривается выполнение от двух до трех вопросов, связанных с ремонтом как отдельно на агрегатах, так и на образцах техники в целом, а для полного охвата группа делится на подгруппы.

Зачастую в каждой подгруппе, в зависимости от общего количества (от четырех до восьми) человек, есть один-два курсанта с определенным опытом работы технической направленности. До поступления в вуз они могли быть водителями, выпускниками технического колледжа или иметь отношения к технике по другим причинам. В связи с этим то, что для одного курсанта малознакомо и ранее не известно, для другого будет являться элементарным и не вызывающим каких-либо затруднений.

При игнорировании этого момента может возникнуть некий «перекос»: либо задание будет выполнено более опытным





В качестве дополнительной меры для снижения уязвимости средств обнаружения к саботажу и разрушающим действиям нарушителя можно рассмотреть их скрытую установку. Основным преимуществом предлагаемого авторами решения является возможность минимизировать вероятность обнаружения нарушителем средств обнаружения и, как следствие, снизить вероятность преднамеренных действий нарушителя и повысить живучесть системы охранной сигнализации в целом. Если нарушитель не видит средство обнаружения и не может определить его модель, физический принцип действия и зону обнаружения, возможность планирования проникновения на объект путем нарушения его работоспособности или повреждения стремится к нулю.

Кроме того, необходимо отметить следующие дополнительные преимущества скрытой установки средств обнаружения.

Психологический фактор – неопределенность относительно наличия и расположения средств обнаружения системы охранной сигнализации сдерживает потенциального нарушителя.

Защита от повреждений – позволяет снизить риск повреждения средств обнаружения в производственных или общественных местах.

Эстетическое оформление – позволяет сохранить дизайн интерьера и экстерьера охраняемого объекта, что особенно актуально для исторически значимых объектов.

Реализовать скрытую установку возможно несколькими способами: интегрируя средство обнаружения в конструкцию охраняемого объекта, используя малогабаритные корпуса или выносные чувствительные элементы, маскируя их различными материалами или под предметы интерьера.

В настоящее время в «Списке технических средств безопасности...» представлен ряд средств обнаружения, предназначенных для скрытой установки.

1. Извещатели охранные точечные магнитоконтактные ИО102-5 и ИО102-6 (рис. 1).



Рис. 1а. Извещатели охранные точечные магнитоконтактные ИО102-5



Рис. 1. Извещатели охранные точечные магнитоконтактные ИО102-6

Данные извещатели предназначены для скрытой установки в элементы открывающихся строительных конструкций. Они могут быть покрашены в цвет охраняемой конструкции, а также могут быть использованы для организации охранных устройств типа «ловушка». Извещатель ИО102-5 предназначен для установки на магнитонепроводящие поверхности, а ИО102-6 – на магнитопроводящие.

2. Извещатель охранный объемный ультразвуковой «Витрина», предназначен для охраны витрин (рис. 2).



Рис. 2. Извещатель охранный объемный ультразвуковой «Витрина»

Извещатель состоит из двух миниатюрных микрофонов, которые формируют стационарное акустическое поле внутри охраняемого объема и блока обработки сигналов. Микрофоны скрытно устанавливаются внутри охраняемого пространства по диагонали напротив друг друга, а блок обработки выносится за пределы охраняемого объема. Извещатель способен обнаружить перемещение предметов и проникновение рукой в охраняемое пространство.

3. Извещатель охранный совмещенный «Стеклопакет» (рис. 3).

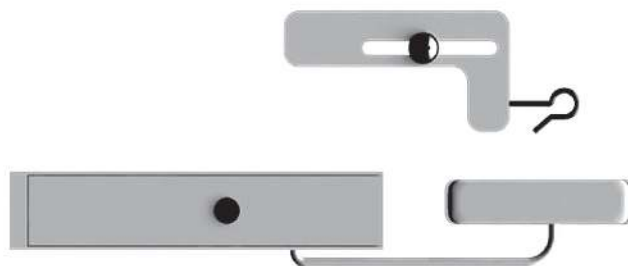


Рис. 3. Извещатель охранный совмещенный «Стеклопакет»

Извещатель предназначен для обнаружения различного рода воздействий на стеклопластиковые оконные блоки, такие как: разрушающие воздействия на раму (сверление, рез), открывание створки, разрушение стеклопакета, поворот ручки створки окна. Конструктивно извещатель состоит из: блока обработки сигнала, задающего элемента (с магнитом) и внешнего магнитоуправляемого модуля. Извещатель монтируется на торцевую часть створки окна рядом с запорным механизмом, что делает его установку скрытой. Также в 2025 году специалистами ФКУ «НИЦ «Охрана» Росгвардии разработана и освоена в серийном производстве его радиоканальная версия – «Стеклопакет-РК», входящая в состав радиоканальной системы «Ладога-А».

4. Извещатели инерционные «Метка-ПРО» исп.2 из состава радиоканальной системы «Стре-

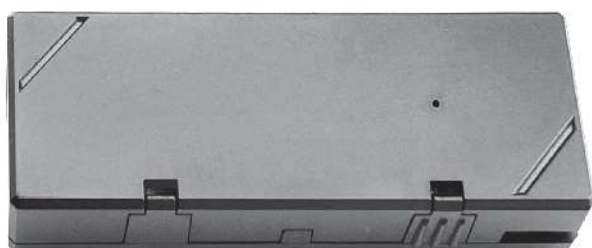


Рис. 4а. Извещатель охранный точечный магнитоконтактный «Метка-ПРО» исп.2



Рис. 4б. Извещатель охранный точечный магнитоконтактный «Грань-РК Мини»

лец-Интеграл» и «Грань-РК Мини» из состава радиоканальной системы «Ладога-А» (рис. 4).

Извещатели предназначены для охраны отдельных предметов. Формируют сигнал тревоги при попытках сместить охраняемый объект.

5. Ловушка охранно-сигнальная «Кукла-Л» (рис. 5).

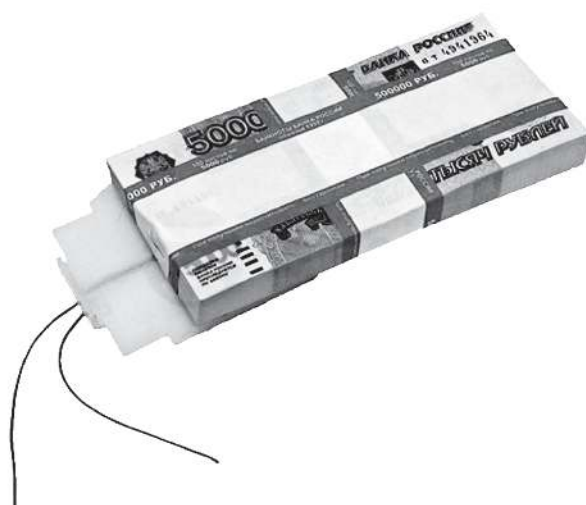


Рис. 5. Ловушка охранно-сигнальная «Кукла-Л»

Ловушка замаскирована под пачку денежных банкнот и предназначена для формирования сигнала «Тревога» ручным способом. Принцип действия данной ловушки такой же, как и у магнитоконтактных извещателей – в пачке с банкнотами находится магнит, а в площадке, на которой она расположена, – геркон. При сдвиге пачки банкнот геркон размыкает шлейф сигнализации, тем самым формируя извещение о тревоге.

При помощи описанных моделей средств обнаружения можно сформировать первый (периметр) и третий (отдельные предметы) рубежи охраны объекта, а также организовать возможность формирования сигнала «Тревога» ручным способом. Для организации второго рубежа охраны (внутренний объем помещений) в настоящее время в «Списке технических средств безопасности...» средства обнаружения, предназначенные или имеющие возможность скрытой установки, отсутствуют.

В 2026 году ФКУ «НИЦ «Охрана» Росгвардии в соответствии с Планом научной работы в войсках национальной гвардии Российской Федерации осуществляет разработку радиоволнового объемного охранного извещателя, физический принцип действия и алгоритмы обработки сигнала которого позволяют при организации второго рубежа охраны осуществлять его скрытую установку (закрывать его радиопрозрачными материалами, такими как: пластик, фанера, дерево и ткань).

В продолжение направления создания средств обнаружения скрытой установки ФКУ «НИЦ «Охрана» Росгвардии проводятся исследования нового инновационного материала – ферромагнитного аморфного микропровода [4]. Данный материал обладает уникальными особенностями – под воздействием упругих сил деформации (сжатие, растяжение, скручивание, изгиб) изменяет свое электрическое сопротивление и амплитуду своего электромагнитного сигнала. Благодаря своим раз-

объекта позволяет обеспечить требуемый уровень стойкости при сохранении технологичности изготовления, в том числе в условиях ограниченных производственных возможностей. Унификация элементов, простота сборки и мобильность конструкции приобретают особое значение в ситуации сокращения материальных затрат, временных ресурсов и необходимости масштабного применения в войсковой практике.

Использование композиционных и модульных решений создаёт условия для защиты критически важных узлов, агрегатов и функциональных модулей технических систем. В этой связи особую актуальность приобретает исследование фундаментальных механизмов сопротивления гетерогенных структур воздействию поражающих факторов, включая процессы локальной пластической деформации, разрушения и перераспределения кинетической энергии.

Комплексный анализ современных направлений развития средств защиты свидетельствует о целесообразности формирования адаптивных модульных комплексов повышения живучести военной техники. Перспективным вариантом конструктивной реализации выступают гибкие защитные элементы кольчужного типа, сочетающие пространственную подвижность, выраженные энерго рассеивающие характеристики и универсальность применения в составе различных защитных конфигураций (рис. 1).



Рис. 1. Структура бронеполотна с нерегулярными поверхностью и объемом

На рисунке 1 представлена схема структуры бронированного полотна типа «кольчуга» с кольцевыми элементами.

Неоднородность пространственной конфигурации бронеполотна, а также присутствие в его объёме системы профилированных элементов (в частности, стенок и радиальных рёбер кольцевых модулей) формируют в корпусе поражающего элемента дополнительные поперечные силовые воздействия. Указанные воздействия индуцируют изгибающие моменты, вследствие чего нарушается его исходная траекторная устойчивость и инициируется отклонение от расчётного направления движения.

Отсутствие жёсткой кинематической фиксации между кольцевыми элементами и наличие у них нескольких степеней свободы обуславливают

сложный нелинейный характер перераспределения ударной энергии. При этом передача импульса носит монотонно возрастающий и пространственно распределённый характер, охватывая значительную площадь защитного полотна. Подобная схема взаимодействия препятствует локализации напряжений в одной зоне и способствует вовлечению в работу всей конструктивной системы.

Демпфирующий эффект реализуется за счёт многократных контактных взаимодействий между кольцевыми элементами, сопровождающимися трением, потерями, микропластическими деформациями и частичным разрушением как поражающего тела, так и отдельных элементов модуля. В результате происходит дробление сердечника, снижение его проникающей способности и поэтапное рассеивание кинетической энергии удара.

Финальная стадия поглощения остаточной энергии обеспечивается баллистической преградой, выполненной из мягкого энергоёмкого материала. Данный слой осуществляет улавливание фрагментов поражающего элемента и разрушенных частей кольцевой структуры, обеспечивая их остановку и диссипацию остаточного импульса за счёт внутренних деформационных процессов и вязкоупругого сопротивления материала.

Особенностью системы является использование резины транспортерной ленты в качестве первого внешнего слоя. Резиновая лента способна снижать скорость поражающего элемента, вызывая частичную потерю его кинетической энергии ещё до столкновения с основным кольчужным слоем. Второй внутренний слой расположен за кольчужой и представляет собой дополнительный слой толщиной 5 мм, предназначенный для усиления конструкции и улучшения способности противостоять вторичным факторам, возникающим при попадании поражающего элемента. Его назначение заключается в удерживании обломков поражающего элемента и повышении долговечности системы защиты.

Такое сочетание слоев позволяет достичь максимальной надежности и долговечности, сохраняя при этом умеренную массу и простоту обслуживания. Универсальность конструкции обеспечивает возможность адаптации к различным условиям эксплуатации и применения в широком спектре ситуаций.

В работе [1] приведены результаты моделирования взаимодействия пули и рассматриваемого бронеполотна. Результаты доказывают возможность положительного эффекта по стойкости к воздействию кинетических поражающих элементов структур с нерегулярной поверхностью и объёмом, обладающих свойствами формообразования. В работе [2] описаны принципы изготовления



Рис. 2. Карта распределения эквивалентных напряжений в рассматриваемом бронеполотне

ческом элементе при пиковой нагрузке составляет 0,6 МПа, что может привести к повреждению материала из-за локальных зон высокого давления, особенно при многократных ударах.

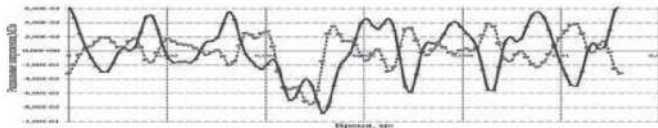


Рис. 3. Концентратор распределений радиальных напряжений в резинотехническом элементе конструкции (сплошная линия – внутренняя поверхность, штрихпунктирная – наружная)

На рисунке 4 изображен график максимального отклика по осевым напряжениям, который достигает 2,5 МПа, что способствует формированию зон пластических деформаций и повышает риск разрушения резинотехнического материала. Оба рисунка демонстрируют механизмы развития деформаций и позволяют лучше понять поведение эластичного материала при экстремальном нагружении.

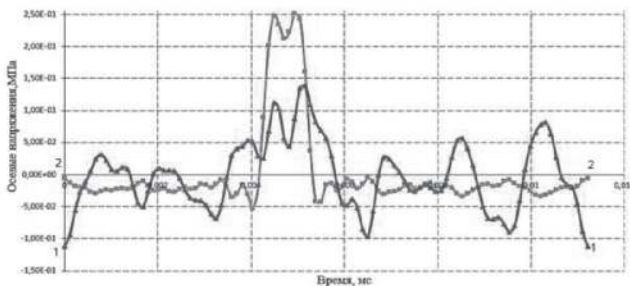


Рис. 4. Концентратор распределения осевых напряжений в резинотехническом элементе конструкции (1 – наружная поверхность, 2 – внутренняя)

Для количественной оценки стойкости преграды предложен безразмерный критерий, выраженный через значение начальной скорости поражающего элемента $V_{пред}$ и его скорости $V_{сд}$ в момент времени $t_{сд} = 20$ мкс (8).

$$k = \frac{V_{пред} - V_{сд}}{V_{пред}} \quad (8)$$

Установлено, что значения критерия стойкости k расположены на интервале действительных чисел от 0,5 до 0,65. Физико-механические характеристики бронеполотна, отвечающие за прочность,

считаются распределёнными случайным образом по объёму бронеполотна.

Плотностная функция распределения исследуемых параметров задаётся посредством применения различных вероятностных законов, которые в обобщённой постановке определяются математическим ожиданием соответствующего параметра, изменяемой дисперсией D_i , а также совокупностью иных характеристик среды (9) η_i :

$$\frac{d\rho}{d\xi_i} = f_i(\xi_i, \xi_{0i}, D_i, \eta_i) \quad (9)$$

Механические характеристики материала – в том числе предел текучести – временное сопротивление разрушению, предельные относительные деформации и иные параметры, фиксирующие переход к разрушению в рамках различных критериев и теорий прочности, детерминируются количественными и размерными характеристиками внутренних дефектов. Указанные величины целесообразно рассматривать как случайно распределённые по объёму тела параметры, вариация которых обусловлена степенью структурной однородности и масштабом микронеоднородностей материала.

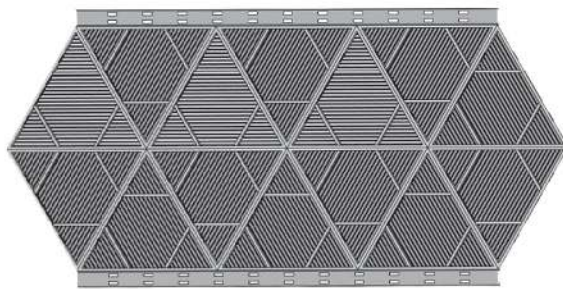
На рисунке 5 представлены результаты натурального эксперимента по оценке стойкости унифицированной системы защиты, состоящей из трех слоев: резинотранспортерной ленты толщиной 5 мм, металлической кольчуги из гравера диаметром 22 мм и толщиной 4 мм и еще одного слоя резинотранспортерной ленты толщиной 5 мм. Щит имеет размеры 0,3 на 0,4 метра.

При воздействии поражающего элемента со скоростью 750 м/с на расстоянии 10 метров от взрыва наблюдается разрушение первого и второго слоев системы защиты. Однако, несмотря на это, внутренние повреждения отсутствуют, что свидетельствует о высокой эффективности данной конструкции в защите от осколков. Отсутствие внутреннего повреждения после разрушения первых двух слоев объясняется несколькими факторами:

- энергопоглощение: первый слой из резинотранспортерной ленты толщиной 5 мм поглощает часть кинетической энергии осколка, снижая его скорость и энергию;

- деформация граверов: второй слой из граверов диаметром 22 мм и толщиной 4 мм деформируется под воздействием осколка, поглощая энергию и замедляя его движение;

- защита внутреннего слоя: третий слой из резинотранспортерной ленты толщиной 5 мм обеспечивает дополнительную защиту, предотвращая проникновение осколка внутрь. Эти слои работают совместно, эффективно рассеивая и поглощая энергию осколка, что предотвращает внутреннее повреждение.



а) вариант сборки



б) модульный элемент

Рис. 3. Вариант сборки защитного экрана из модульных элементов

Модульность и вариативность креплений позволяют адаптировать систему для защиты широкого спектра объектов. На рисунках 4–6 представлены варианты моделирования размещения защитного экрана на полевом контрольно-техническом пункте, специальном автомобиле «Тигр» и боевой машине пехоты. Это подтверждает возможность создания комплексной защиты всех уязвимых поверхностей [9].

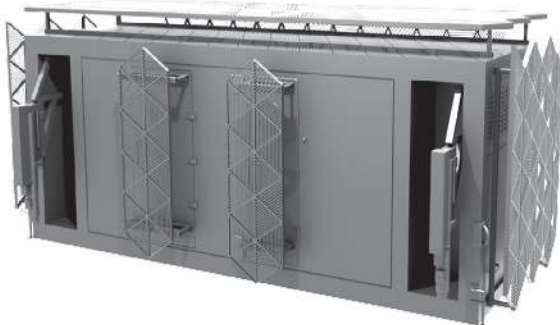


Рис. 4. Вариант размещения защитного экрана на полевом контрольно-техническом пункте



Рис. 5. Вариант размещения защитного экрана на специальном бронированном автомобиле «Тигр»



Рис. 6. Вариант размещения защитного экрана на боевой машине пехоты

Используя метод конечно-элементного анализа, проведем анализ статических напряжений, возникающих на защитном экране при его сборке [10].

Проведя исследование с использованием универсального прикладного программного обеспечения ANSYS получим диапазон напряжений от минимального до максимального, возникающего в модели. Расшифровав эти значения, получаем:

1. $715\text{E}+08 = 0.715 \times 10^9 = 71\,500\,000 \text{ Па} = 71.5 \text{ МПа}$.
2. $954\text{E}+08 = 95\,400\,000 \text{ Па} = 95.4 \text{ МПа}$.
3. $119\text{E}+09 = 119\,000\,000 \text{ Па} = 119 \text{ МПа}$.
4. $143\text{E}+09 = 143\,000\,000 \text{ Па} = 143 \text{ МПа}$.
5. $167\text{E}+09 = 167\,000\,000 \text{ Па} = 167 \text{ МПа}$.
6. $191\text{E}+09 = 191\,000\,000 \text{ Па} = 191 \text{ МПа}$.
7. $215\text{E}+09 = 215\,000\,000 \text{ Па} = 215 \text{ МПа}$ (Максимум).

Для полноценной оценки прочности необходимо знать предел текучести материала (σ_t) детали.

Углеродистая сталь (например, сталь 45): $\sigma_t \approx 360 \text{ МПа}$.

Коэффициент запаса прочности (n) по текучести $= \sigma_t / \sigma_{\text{max}} = 360 / 215 \approx 1.67$.

Деталь выдержит нагрузку с запасом. Однако экстремальные зоны (215 МПа) близки к пределу текучести более слабых сталей (например, 235 МПа). Необходима проверка материала.

Высокопрочная сталь: σ_t может быть 600–1000 МПа и выше, тогда запас будет очень большим.

Результаты статического прочностного расчета показывают, что максимальное эквивалентное напряжение составляет 215 МПа и локализовано в малых зонах концентрации.

При использовании материала – обычная конструкционная сталь ($\sigma_t > 235 \text{ МПа}$) – деталь выдержит статическую нагрузку.

Используя метод конечно-элементного анализа, проведем анализ статических напряжений, возникающих на защитном экране, на примере его установки на полевом контрольно-техническом пункте (см. рис. 4).

Расшифровка значений легенды:

1. $-0.001109 = -1.109 \text{ мм}$ (минимум, направлен вниз/против оси Z).
