МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1
ПО ТЕМЕ «ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА»

Задание 1. Даны матрицы $A=\begin{pmatrix}5 & -4 & 4\\ 1 & 2 & 2\\ 0 & 3 & 4\end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix}-4 & 0 & 1\\ 2 & -1 & 3\\ 3 & 2 & 2\end{pmatrix}$, $C=\begin{pmatrix}1 & 2 & -3\\ 2 & 0 & 1\\ -2 & 1 & 3\end{pmatrix}$

Найти $2\cdot A^2-3\cdot B\cdot C$.

Решение

Найдем

$$A^2=\begin{pmatrix}5 & -4 & 4\\ 1 & 2 & 2\\ 0 & 3 & 4\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}5 & -4 & 4\\ 1 & 2 & 2\\ 0 & 3 & 4\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}25-4+0 & -20-8+12 & 20-8+16\\ 5+2+0 & -4+4+6 & 4+4+8\\ 0+3+0 & 0+6+12 & 0+6+16\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}21 & -16 & 28\\ 7 & 6 & 16\\ 3 & 18 & 22\end{pmatrix};$$

$$2A^2=2\cdot\begin{pmatrix}21 & -16 & 28\\ 7 & 6 & 16\\ 3 & 18 & 22\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}42 & -32 & 56\\ 14 & 12 & 32\\ 6 & 36 & 44\end{pmatrix};$$

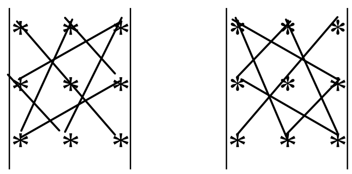
$$B\cdot C=\begin{pmatrix}-4 & 0 & 1\\ 2 & -1 & 3\\ 3 & 2 & 2\end{pmatrix}\begin{pmatrix}1 & 2 & -3\\ 2 & 0 & 1\\ -2 & 1 & 3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-4+0-2 & -8+0+1 & 12+0+3\\ 2-2-6 & 4+0+3 & -6-1+9\\ 3+4-4 & 6+0+2 & -9+2+6\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-6 & -7 & 15\\ -6 & 7 & 2\\ 3 & 8 & -1\end{pmatrix};$$

$$3\cdot B\cdot C=3\begin{pmatrix}-6 & -7 & 15\\ -6 & 7 & 2\\ 3 & 8 & -1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-18 & -21 & 45\\ -18 & 21 & 6\\ 9 & 24 & -3\end{pmatrix};$$

$$2\cdot A^2-3\cdot B\cdot C=\begin{pmatrix}42 & -32 & 56\\ 14 & 12 & 32\\ 6 & 36 & 44\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}-18 & -21 & 45\\ -18 & 21 & 6\\ 9 & 24 & -3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}60 & -11 & 11\\ 32 & -9 & 26\\ -3 & 12 & 47\end{pmatrix}.$$

Задание 2.

Определитель 3-го порядка можно вычислить по треугольной схеме (*правило Саррюса*). Если соединить линией каждые три элемента определителя (по одному из каждой строки и каждого столбца), то получим легко запоминающуюся схему



Пример. Вычислить определитель

$$\begin{vmatrix}2 & 3 & 1\\ 1 & 2 & 5\\ -1 & 2 & 4\end{vmatrix}.$$

<u>Решение.</u> Вычислим определитель по правилу Саррюса:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 2 & 3 & 1 \\ 1 & 2 & 5 \\ -1 & 2 & 4 \end{vmatrix} = 2\cdot 2\cdot 4 + 1\cdot 2\cdot 1 +$$

$$+ 3\cdot 5\cdot (-1) - 1\cdot 2\cdot (-1) - 5\cdot 2\cdot 2 - 1\cdot 3\cdot 4 = -27.$$

Задание 3.

а) Найти матрицу, обратную матрице

$$A = \begin{pmatrix} 2 & -4 & 0 \\ -1 & 3 & -2 \\ 1 & -1 & -3 \end{pmatrix}.$$

Решение:

Для нахождения матрицы A^{-1}, обратной матрице A, прежде всего, нужно вычислить определитель $\det A$ (или $|A|$) матрицы A.

Следовательно,

$$|A| = -2$$

Так как определитель $|A|$ не равен нулю, то для матрицы A существует обратная матрица

$$A^{-1} = \frac{1}{|A|}\cdot \overline{A},$$

где $\overline{A}$ - матрица, присоединенная к матрице A, т.е. матрица, состоящая из алгебраических дополнений к элементам матрицы A.

$$\overline{A} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{21} & A_{31} \\ A_{12} & A_{22} & A_{32} \\ A_{13} & A_{23} & A_{33} \end{pmatrix}.$$

Найдем алгебраические дополнения:

$$A_{11} = (-1)^{1+1}\cdot \begin{vmatrix} 3 & -2 \\ -1 & -3 \end{vmatrix} = -11; \quad A_{21} = (-1)^{2+1}\cdot \begin{vmatrix} -4 & 0 \\ -1 & -3 \end{vmatrix} = -12;$$

$$A_{31} = (-1)^{3+1}\cdot \begin{vmatrix} -4 & 0 \\ 3 & -2 \end{vmatrix} = 8; \quad A_{12} = (-1)^{1+2}\cdot \begin{vmatrix} -1 & -2 \\ 1 & -3 \end{vmatrix} = -5;$$

$$A_{22} = (-1)^{2+2}\cdot \begin{vmatrix} 2 & 0 \\ 1 & -3 \end{vmatrix} = -6; \quad A_{32} = (-1)^{3+2}\cdot \begin{vmatrix} 2 & 0 \\ -1 & -2 \end{vmatrix} = 4;$$

$$A_{13} = (-1)^{1+3}\cdot \begin{vmatrix} -1 & 3 \\ 1 & -1 \end{vmatrix} = -2; \quad A_{23} = (-1)^{2+3}\cdot \begin{vmatrix} 2 & -4 \\ 1 & -1 \end{vmatrix} = -2;$$

$$A_{33}=(-1)^{3+3}\cdot\begin{vmatrix}2 & -4\\ -1 & 3\end{vmatrix}=2.$$

Таким образом присоединенная матрица:

$$\overline{A}=\begin{pmatrix}-11 & -12 & 8\\ -5 & -6 & 4\\ -2 & -2 & 2\end{pmatrix}.$$

Тогда обратная матрица:

$$A^{-1}=\frac{1}{|A|}\cdot\overline{A}=-\frac{1}{2}\cdot\begin{pmatrix}-11 & -12 & 8\\ -5 & -6 & 4\\ -2 & -2 & 2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\frac{11}{2} & 6 & -4\\ \frac{5}{2} & 3 & -2\\ 1 & 1 & -1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}5{,}5 & 6 & -4\\ 2{,}5 & 3 & -2\\ 1 & 1 & -1\end{pmatrix}.$$

Проверка:

$$A\cdot A^{-1}=\begin{pmatrix}2 & -4 & 0\\ -1 & 3 & -2\\ 1 & -1 & -3\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}5{,}5 & 6 & -4\\ 2{,}5 & 3 & -2\\ 1 & 1 & -1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1\end{pmatrix}=E$$

в) Решить матричные уравнения: $\begin{pmatrix}-1 & 2\\ 2 & -3\end{pmatrix}\cdot X=\begin{pmatrix}-2 & 3\\ 1 & -4\end{pmatrix}$

Решение. Уравнение соответствует матричному уравнению $A\cdot X=B$, тогда $X=A^{-1}\cdot B$.

Найдем матрицу обратную матрицу к матрице A: $\Delta A=\begin{vmatrix}-1 & 2\\ 2 & -3\end{vmatrix}=-1\neq 0$,

$A^{-1}=-\begin{pmatrix}-3 & -2\\ -2 & -1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}3 & 2\\ 2 & 1\end{pmatrix}$, тогда $X=\begin{pmatrix}3 & 2\\ 2 & 1\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}-2 & 3\\ 1 & -4\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-4 & 1\\ -3 & 2\end{pmatrix}$.

Задание 4. Доказать совместность системы линейных уравнений

$$\begin{cases}x_1+5x_2-x_3=3;\\ 2x_1+4x_2-3x_3=2;\\ 3x_1-x_2-3x_3=-7.\end{cases}$$

и решить ее: а) по правилу Крамера; б) матричным методом.

Решение. Совместность данной системы проверим по теореме Кронекера-Капелли. С помощью элементарных преобразований найдём ранги основной матрицы A и расширенной матрицы $\overline{A}$.

$$\overline{A}=\left(\begin{array}{ccc|c}1 & 5 & -1 & 3\\ 2 & 4 & -3 & 2\\ 3 & -1 & -3 & -7\end{array}\right)\sim\left(\begin{array}{ccc|c}1 & 5 & -1 & 3\\ 0 & -6 & -1 & -4\\ 0 & -16 & 0 & -16\end{array}\right)\sim\left(\begin{array}{ccc|c}1 & -1 & -5 & 3\\ 0 & -1 & -6 & -4\\ 0 & 0 & -16 & -16\end{array}\right).$$

Следовательно, $Rang\,A=Rang\,\overline{A}=3=r$; число неизвестных $n=3$; $r=n$, следовательно, исходная система совместна и имеет единственное решение.

а) Решим её по формулам Крамера: $x_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta}$; $x_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta}$; $x_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta}$, где $\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 5 & -1 \\ 2 & 4 & -3 \\ 3 & -1 & -3 \end{vmatrix} = -16$;

$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 3 & 5 & -1 \\ 2 & 4 & -3 \\ -7 & -1 & -3 \end{vmatrix} = 64$; $\Delta_2 = \begin{vmatrix} 1 & 3 & -1 \\ 2 & 2 & -3 \\ 3 & -7 & -3 \end{vmatrix} = -16$; $\Delta_3 = \begin{vmatrix} 1 & 5 & 3 \\ 2 & 4 & 2 \\ 3 & -1 & -7 \end{vmatrix} = 32$;

$x_1 = -4$; $x_2 = 1$; $x_3 = -2$.

б) Для нахождения решения системы с помощью обратной матрицы запишем систему уравнений в матричной форме: $A = \begin{pmatrix} 1 & 5 & -1 \\ 2 & 4 & -3 \\ 3 & -1 & -3 \end{pmatrix}$; $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$; $B = \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ 7 \end{pmatrix}$.

Найдём обратную матрицу A^{-1} (она существует, т.к. $\Delta = \det A = -16 \neq 0$):

$$A^{-1} = \frac{1}{-16} \begin{pmatrix} -15 & 16 & -11 \\ -3 & 0 & 1 \\ -14 & 16 & -6 \end{pmatrix}.$$

Решение системы в матричной форме имеет вид: $X = A^{-1}B$.

$$X = \frac{1}{-16} \begin{pmatrix} -15 & 16 & -11 \\ -3 & 0 & 1 \\ -14 & 16 & -6 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ -7 \end{pmatrix} = \frac{1}{-16} \begin{pmatrix} -45+32+77 \\ -9-7 \\ -42+32+42 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -4 \\ 1 \\ -2 \end{pmatrix}.$$

Из полученной матрицы имеем решение системы: $x_1 = -4$; $x_2 = 1$; $x_3 = -2$.

Задание 5. Решить систему уравнений $\begin{cases} x_1 + x_2 - 2x_3 - x_4 + x_5 = 1; \\ 3x_1 - x_2 + x_3 + 4x_4 + 3x_5 = 4; \\ x_1 + 5x_2 - 9x_3 - 8x_4 + x_5 = 0. \end{cases}$

Решение. Исследуем исходную систему уравнений:

$$\left(\begin{array}{ccccc|c} 1 & 1 & -2 & -1 & 1 & 1 \\ 3 & -1 & 1 & 4 & 3 & 4 \\ 1 & 5 & -9 & -8 & 1 & 0 \end{array}\right) \sim \left(\begin{array}{ccccc|c} 1 & 1 & -2 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & -4 & 7 & 7 & 0 & 1 \\ 0 & 4 & -7 & -7 & 0 & -1 \end{array}\right) \sim \left(\begin{array}{ccccc|c} 1 & 1 & -2 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & -4 & 7 & 7 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right) \sim$$

$$\sim \left(\begin{array}{ccccc|c} 1 & 1 & -2 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & -4 & 7 & 7 & 0 & 1 \end{array}\right),$$

ранги основной и расширенной матриц равны $R(A) = R(\bar{A}) = 2$, т.е. исходная система совместна, $n = 5$, $r < n$ — система имеет множество решений.

Составим базисный минор (т.к. $R(A) = R(\bar{A}) = 2$, то и ранг базисного минора должен быть равен 2): $M^2 = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 0 & -4 \end{vmatrix} = -4 \neq 0$, т.е. базисных переменных — две: x_1, x_2, свободных переменных — три: x_3, x_4, x_5.

С учетом выбранных базисных переменных запишем систему уравнений:
$\begin{cases} x_1 + x_2 = 2x_3 + x_4 - x_5 + 1; \\ -4x_2 = -7x_3 - 7x_4 + 1. \end{cases}$

Решим эту систему методом Крамера: главный определитель системы: $\Delta=\begin{vmatrix}1 & 1\\ 0 & -4\end{vmatrix}=-4$, вспомогательные определители: $\Delta_1=\begin{vmatrix}2x_3+x_4-x_5+1 & 1\\ -7x_3-7x_4+1 & -4\end{vmatrix}=-x_3+3x_4+4x_5-5$, $\Delta_2=\begin{vmatrix}1 & 2x_3+x_4-x_5+1\\ 0 & -7x_3-7x_4+1\end{vmatrix}=-7x_3-7x_4+1$,

тогда $x_1=\dfrac{-x_3+3x_4+4x_5-5}{-4}=\dfrac{x_3}{4}-\dfrac{3x_4}{4}-x_5+\dfrac{5}{4}$,

$x_2=\dfrac{-7x_3-7x_4+1}{-4}=\dfrac{7x_3}{4}+\dfrac{7x_4}{4}-\dfrac{1}{4}$.

Общее решение системы уравнений: пусть $x_3=C_1$, $x_4=C_2$, $x_5=C_3$,

$X_{\text{îáù}}=\begin{pmatrix}\dfrac{x_3}{4}-\dfrac{3x_4}{4}-x_5+\dfrac{5}{4}\\ \dfrac{7x_3}{4}+\dfrac{7x_4}{4}-\dfrac{1}{4}\\ x_3\\ x_4\\ x_5\end{pmatrix}$, тогда $X_{\text{îáù}}=\begin{pmatrix}\dfrac{C_1}{4}-\dfrac{3C_2}{4}-C_3+\dfrac{5}{4}\\ \dfrac{7C_1}{4}+\dfrac{7C_2}{4}-\dfrac{1}{4}\\ C_1\\ C_2\\ C_3\end{pmatrix}$. Придавая свободным переменным x_3, x_4, x_5 числовые значения, например, $C_1=0$, $C_2=0$, $C_3=0$, получим

частное решение: $X_{\text{÷àñò}}=\begin{pmatrix}\dfrac{5}{4}\\ \dfrac{1}{4}\\ 0\\ 0\\ 0\end{pmatrix}$.

<u>Задание 6.</u> Даны координаты вершин пирамиды ABCD: A(2;1;0), B(3;-1;2), C(13;3;10), D(0;1;4). Требуется: 1) записать векторы $\overline{AB}$, $\overline{AC}$ и $\overline{AD}$ в системе орт $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$ и найти модули этих векторов; 2) найти угол между векторами $\overline{AB}$ и $\overline{AC}$; 3) найти проекцию вектора $\overline{AD}$ на вектор $\overline{AB}$; 4) найти площадь грани ABC; 5) найти объем пирамиды ABCD.

Решение:

1. Произвольный вектор $\bar{a}$ может быть представлен в системе орт $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$ следующей формулой:

$$\vec{a}=a_x\cdot\vec{i}+a_y\cdot\vec{j}+a_z\cdot\vec{k} \quad (1)$$

где a_x, a_y, a_z — проекции вектора $\bar{a}$ на координатные оси Ox, Oy и Oz, а $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$ — единичные векторы, направления которых совпадают с положительным направлением осей Ox, Oy и Oz.

Если даны точки $M_1(x_1,y_1,z_1)$ $M_2(x_2,y_2,z_2)$, то проекции вектора $\vec{a}=\overrightarrow{M_1M_2}$ на координатные оси находятся по формулам:

$$a_x=x_2-x_1;\quad a_y=y_2-y_1;\quad a_z=z_2-z_1. \quad (2)$$

Тогда

$\overline{M_1M_2}=(x_2-x_1)\vec{i}+(y_2-y_1)\vec{j}+(z_2-z_1)\vec{k}.$ (3)

Подставив в (3) координаты точек А и В, получим вектор: $\overline{AB}$

$\overline{AB}=(3-2)\vec{i}+(-1-1)\vec{j}+(2-0)\vec{k}=\vec{i}-2\vec{j}+2\vec{k}..$

Аналогично, подставляя в (3) координаты точек А и С, находим

$\overline{AC}=11\vec{i}+2\vec{j}+10\vec{k}.$

Подставив в (3) координаты точек А и D, находим вектор $\overline{AD}$

$\overline{AD}=-2\vec{i}+4\vec{j}.$

Если вектор $\overline{a}$ задан формулой (1), то его модуль вычисляется по формуле

$$|\overline{a}|=\sqrt{a_x^2+a_y^2+a_z^2}. \qquad (4)$$

Применяя (4), получим модули найденных векторов: $|\overline{AB}|=3,\quad |\overline{AC}|=15,\quad |\overline{AD}|=2\sqrt{5}.$

2. Косинус угла между двумя векторами равен скалярному произведению этих векторов, деленному на произведение их модулей:

$$\cos\varphi=\frac{\overline{a}\cdot\overline{b}}{|\overline{a}|\cdot|\overline{b}|}$$

Находим скалярное произведение векторов $\overrightarrow{AB}$ и $\overrightarrow{AC}$ по формуле:

$\overline{a}\cdot\overline{b}=a_x\cdot b_x+a_y\cdot b_y+a_z\cdot b_z.$

Получаем $\overline{AB}\cdot\overline{AC}=1\cdot 11+(-2)\cdot 2+2\cdot 10=27.$

Модули этих векторов уже найдены: $|\overline{AB}|=3,\quad |\overline{AC}|=15.$ Следовательно,

$$\cos\angle A=\frac{27}{3\cdot 15}=\frac{3}{5}=0{,}6;\quad \angle A=53^0\ 8'.$$

3. Площадь грани АВС равна половине площади параллелограмма, построенного на векторах $\overrightarrow{AB}$ и $\overrightarrow{AC}$. Площадь параллелограмма, построенного на векторах $\overrightarrow{AB}$ и $\overrightarrow{AC}$, равна модулю векторного произведения векторов $\overrightarrow{AB}$ и $\overrightarrow{AC}$. Вычислим векторное произведение по формуле: $\overline{a}\times\overline{b}=\begin{vmatrix}\vec{i}&\vec{j}&\vec{k}\\a_x&a_y&a_z\\b_x&b_y&b_z\end{vmatrix}$. Тогда $\overline{AB}\times\overline{AC}=\begin{vmatrix}\vec{i}&\vec{j}&\vec{k}\\1&-2&2\\11&2&10\end{vmatrix}=-24\vec{i}+12\vec{j}+24\vec{k};$

$|\overline{AB}\times\overline{AC}|=\sqrt{(-24)^2+12^2+24^2}=36,$ значит $S_{ABC}=\frac{1}{2}\cdot 36=18$ *кв.ед*

4. Вычислим смешанное произведение $(\overline{AB}\times\overline{AC})\cdot\overline{AD}$ по формуле: $(\overline{a}\times\overline{b})\cdot\overline{c}=\begin{vmatrix}a_x&a_y&a_z\\b_x&b_y&b_z\\c_x&c_y&c_z\end{vmatrix}$.

Тогда $(\overline{AB}\times\overline{AC})\cdot\overline{AD}=\begin{vmatrix}1&-2&2\\11&2&10\\-2&0&4\end{vmatrix}=144\neq 0.$ Значит векторы некомпланарны и ABCD является пирамидой.

Объем параллелепипеда, построенного на трех некомпланарных векторах, равен абсолютной величине их смешанного произведения.

Следовательно, объем параллелепипеда равен 144 куб. ед., а объем заданной пирамиды ABCD: $V_{ABCD}=\frac{1}{6}\cdot 144=24$ куб. ед.

Задание 7 Проверить, что векторы $\bar{a}_1=(3,1,\ 1),\ \bar{a}_2=(1,0,\text{-}2),\ \bar{a}_3=(2,1,2)$ образуют базис в R^3. Найти координаты вектора $\bar{b}=(8,3,1,)$ в этом базисе.

Решение. Покажем, что векторы $\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3$ образуют базис в R^3. Составим определитель из координат векторов.

$$\Delta=\begin{vmatrix}3 & 1 & 2\\ 1 & 0 & 1\\ -1 & -2 & 2\end{vmatrix}=-4-1+6-2=-1.$$

Так как Δ= -1$\neq$0, то векторы $\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3$ - линейно независимы, а значит, образуют базис в R^3. Вектор $\bar{b}$ не принадлежит этому базису, поэтому его можно единственным образом разложить по базису $\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3$.

$$\bar{b}=x_1\bar{a}_1+x_2\bar{a}_2+x_3\bar{a}_3=x_1(3,1,\text{-}1)+x_2(1,0,\text{-}2)+x_3(2,1,2)=(8,3,1)$$

получаем следующую систему линейных уравнений

$$\begin{cases}3x_1+x_2+2x_3=8\\ \quad x_1+\qquad\quad x_3=3\\ \text{-}\,x_1-2x+2x_3=1\end{cases}$$

Решим систему методом Гаусса. Выпишем расширенную матрицу системы и произведем над ней элементарные преобразования:

$$\left(\begin{array}{ccc|c}3 & 1 & 2 & 8\\ 1 & 0 & 1 & 3\\ -1 & -2 & 2 & 1\end{array}\right)\to\left(\begin{array}{ccc|c}1 & 0 & 1 & 8\\ 3 & 1 & 2 & 3\\ -1 & -2 & 2 & 1\end{array}\right)\to\left(\begin{array}{ccc|c}1 & 0 & 1 & 3\\ 0 & 1 & -1 & -1\\ 0 & -2 & 3 & 4\end{array}\right)\to$$

$$\to\left(\begin{array}{ccc|c}1 & 0 & 1 & 3\\ 0 & 1 & -1 & -1\\ 0 & 0 & 1 & 2\end{array}\right).$$

Последней матрице соответствует система, эквивалентная исходной

$$\begin{cases}x_1+x_3=8\\ x_2-x_3=\text{-}1\\ x_3=2\end{cases}$$

x_3 = 2, x_2 = -1 + x_3 = -1 + 2 =!, x_1 = 3 - x_3 = 3 – 2 = 1.

Итак, $\vec{b}=\vec{a}_1+\vec{a}_2+2\vec{a}_3$. Значит в базисе $\vec{a}_1,\vec{a}_2,\vec{a}_3$ вектор $\vec{b}$ имеет координаты $\vec{b}=(1;1;2)$.