

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Факультет «Автоматизация, мехатроника и управление»
Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

«Диагностика и надёжность автоматизированных систем»

Методические указания
к контрольной работе
для студентов заочной формы обучения

Ростов-на-Дону
2023

УДК 62-192

Составитель: Быкадор В.С.

Методические указания. – Ростов-на-Дону : Донской гос.
техн. ун-т, 2023. – 29 с.

Методические указания с заданиями для выполнения контрольной работ по дисциплине «Диагностика и надёжность автоматизированных систем» предназначены для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» профиль «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении».

УДК 62-192

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

В печать _____.____.20__ г.
Формат 60х84/16. Объем _____ усл. п. л.
Тираж _____ экз. Заказ № _____.

Издательский центр ДГТУ
Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный
технический университет, 2023

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ И ВЫБОРЕ ВАРИАНТА

Контрольная работа включает три задания: теоретический вопрос (задание № 1) и два практических задания (задания № 2 и № 3). Вариант задания для выполнения контрольной работы выбирается в соответствии с номером студента в списке группы (см. табл. № 1).

Таблица № 1. Варианты заданий по номеру в списке.

Номер в списке	Задание № 1	Задание № 2	Задание № 3
1	3	Метод Байеса	Метод последовательного анализа
2	6	Метод Байеса	Метрический метод
3	9	Метод Байеса	Метод последовательного анализа
4	12	Метод Байеса	Метрический метод
5	15	Метод Байеса	Метод последовательного анализа
6	18	Метод Байеса	Метрический метод
7	21	Метод Байеса	Метод последовательного анализа
8	2	Метод Байеса	Метрический метод
9	5	Метод Байеса	Метод последовательного анализа
10	8	Метод Байеса	Метрический метод
11	11	Метод Байеса	Метод последовательного анализа
12	14	Метод Байеса	Метрический метод
13	17	Метод Байеса	Метод последовательного анализа
14	20	Метод Байеса	Метрический метод
15	1	Метод Байеса	Метод последовательного анализа
16	4	Метод Байеса	Метрический метод
17	7	Метод Байеса	Метод последовательного анализа
18	10	Метод Байеса	Метрический метод
19	13	Метод Байеса	Метод последовательного анализа
20	16	Метод Байеса	Метрический метод
21	19	Метод Байеса	Метод последовательного анализа
22	22	Метод Байеса	Метрический метод
23	15	Метод Байеса	Метод последовательного анализа
24	18	Метод Байеса	Метрический метод
25	21	Метод Байеса	Метод последовательного анализа
26	2	Метод Байеса	Метрический метод
27	5	Метод Байеса	Метод последовательного анализа
28	8	Метод Байеса	Метрический метод
29	11	Метод Байеса	Метод последовательного анализа
30	14	Метод Байеса	Метрический метод

Задание № 1. Теоретический вопрос.

- 1) Как формируется формула расчета расстояний между диагностируемым объектом и эталоном диагноза в пространстве диагностических признаков?
- 2) Как рассчитывается эталон диагноза?
- 3) Сформулируете решающее правило для метрических методов распознавания?
- 4) Что из себя представляет механическая система с точки зрения диагностики?
- 5) Как формулируется задача вибрационной диагностики?
- 6) Какое математическое описание используется для представления сложных периодических сигналов?
- 7) Понятия частотного спектра, дискретного амплитудного частотного спектра, спектра мощности?
- 8) Как графически выглядит спектр мощности?
- 9) Какой алгоритм построения дискретного спектра периодического сигнала?
- 10) Какие бывают типы помех?
- 11) Какие методы используются для выделения полезной составляющей сигнала при различных типах помех?
- 12) Как выглядят АЧХ для ФНЧ, ФВЧ и ПЧ?
- 13) Приведите пример аппаратной реализации пассивного ФНЧ?
- 14) Какой алгоритм реализации ФНЧ на цифровой вычислительной машине?
- 15) Какой алгоритм фильтрации по мощности составляющих в дискретном спектре?
- 16) Какой алгоритм для преобразования Гильберта?
- 17) Какие цели и задачи диагностической модели?
- 18) Приведите обобщённую схему диагностической модели и поясните ее элементы?
- 19) Приведите элементарный гипотетический пример, построения диагностической модели на основе динамической модели механической системы?
- 20) В чём суть дифференциальной диагностики?
- 21) Понятия, обозначения и вычисления ошибок "ложной тревоги" и "пропуска цели".
- 22) Понятие и вычисление интеграла "среднего риска".

ЗАДАЧА НА МЕТОД БАЙЕСА

Выполняется диагностирование состояние токарного станка по двум выходным параметрам обрабатываемых на нём деталей (валов): x_1 - средняя величина диаметра вала по всей его длине; x_2 - дисперсия (отклонение) диаметра вала по всей его длине. Для целей диагностики данные параметры были преобразованы в диагностические признаки: k_1 - отклонение средней величины диаметра вала выше допустимого значения; k_2 - отклонение дисперсии диаметра вала выше допустимого значения. Проявление данных признаков связано со следующими диагнозами: D_1 - ошибка, вызванная наладкой инструмента; D_2 - недопустимый износ резца. В качестве состояния D_3 следует принять отсутствие ошибки в наладке инструмента и наличие износа резца не выше допустимого (т.е. исправное состояние).

Известно, что признак k_1 проявляется $A_1\%$ случаев при ошибки в наладке и $A_2\%$ случаев при чрезмерном износе резца. Признак k_2 проявляется $A_3\%$ случаев при ошибки в наладке и $A_4\%$ случаев при недопустимом износе резца. В нормальном состоянии (D_3) признак k_1 проявляется $A_5\%$ случаев, а признак k_2 вообще не проявляется.

Общие статистические исследования показали, что $A_6\%$ случаев наблюдается состояние D_3 , в $A_7\%$ случаев наблюдается состояние D_1 , в $A_8\%$ случаев наблюдается состояние D_2 . Требуется установить вероятности диагнозов $P(D_1/K^*), P(D_2/K^*), P(D_3/K^*)$ для следующих реализаций комплексов признаков: 1) одновременное проявление отклонения среднего значения диаметра и дисперсии выше допустимых значений; 2) отсутствие признаков; 3) наличие только отклонения среднего значения диаметра выше допустимого значения; 4) наличие только отклонения дисперсии диаметра выше допустимого значения.

Численные значения можно выбрать из таблицы № 1 (см. ниже).

Таблица № 1. Численные значения к задаче на метод Байеса

Последовательность данных	Величины процентов											
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈				
00	68	59	21	81	10	80	5	15				
01	60	55	25	80	5	85	5	10				
02	71	52	28	75	15	74	10	16				
03	60	50	33	82	7	70	10	20				
04	65	68	29	84	12	75	12	13				
05	68	59	21	81	10	75	7	18				
06	60	55	25	80	5	79	8	13				
07	71	52	28	75	15	85	10	5				
08	60	50	33	82	7	82	5	13				
09	65	68	29	84	12	83	5	12				
10	68	59	21	81	10	70	12	18				
11	60	55	25	80	5	72	15	13				
12	71	52	28	75	15	74	14	12				
13	60	50	33	82	7	80	12	8				
14	65	68	29	84	12	84	12	4				
15	68	59	21	81	10	87	5	8				
16	60	55	25	80	5	79	8	13				
17	71	52	28	75	15	78	6	16				
18	60	50	33	82	7	76	10	14				
19	65	68	29	84	12	88	8	4				

ЗАДАЧА НА МЕТОД ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА

Осуществляется диагностирование состояния газотурбинного двигателя по величинам переменных механических напряжений в его лопатках в реальном масштабе времени. Закон распределения напряжений на каждой лопатке x_i является нормальным (гауссовским).

В исправном газотурбинном двигателе среднее значение переменного напряжения составляет μ_1 , а среднеквадратическое отклонение равно σ_1 (см. табл. ниже). В неисправном состоянии среднее значение переменного напряжения составляет μ_2 , а среднеквадратическое отклонение равно σ_2 .

Имеется три реализации распределений напряжений в лопатках x_1k , x_2k и x_3k , при $k = \overline{1, 25}$, которые были получены, например, в различные периоды работы газотурбинного двигателя.

Определить состояние (диагноз) для каждой реализации распределений напряжений в лопатках x_{ik} двигателя, отобразить движение диагностической точки на плоскости для каждой реализации x_{ik} . Величины ошибок первого α и второго β рода приведены также в таблице.

Таблица № 2. Численные значения к задаче на метод последовательного анализа

№ данных	μ_1	σ_1	μ_2	σ_2	α	β	x_1k	x_2k	x_3k
00,	5	10	12	20	0.05	0.05	12, -2, 17, 9, 9, 11, 0, 10, -4, 15, 15, 0, -4, 0, -8, 12, 14, -6, -8, 24, -24, 20, -6, 24, -19	-7, 16, 31, 5, 12, 3, -7, 17, 14, 9, 34, 30, 11, 6, 21, 0, 26, -7, -11, -9, 4, 7, 16, -13, 4	20, 25, 6, 15, -19, 16, 4, 22, 15, 25, 11, 17, 21, 14, 37, 23, 10, 14, 5, 11, 2, 3, 24, 21, -16
01,	7	8	15	22	0.08	0.08	4, 17, 4, 18, 15, 9, 7, 5, 17, 2, 13, 8, 3, 2, 7, -6, 14, 21, 19, 12, 0, 11, 11, 3, 10	-1, 18, 25, 11, 7, -8, 2, -12, -9, -23, -9, 7, -4, 11, 14, 3, 10, -3, 17, 11, -16, 29, 6, 14, -6	19, 9, -20, 6, 5, 5, 2, -2, -9, 32, 24, -5, 6, 7, -7, 8, -9, -15, 5, 18, 26, -14, 18, 19, 21
02,	1	5	5	8	0.05	0.05	-1, 0, -4, 2, 3, 0, 1, -3, 1, -4, -1, 1, -2, 1, 2, 1, 1, -1, 2, 1, 4, -1, 1, -3, -1	-8, 5, -3, 8, 1, 7, 14, -2, -5, 12, 0, 5, 2, 5, 9, 5, 9, 10, 5, 7, 2, 6, 12, 1, 5	3, 8, 5, 2, 6, -1, 4, 6, 3, 7, 2, 1, 3, 1, 9, 12, 5, 9, 15, 7, 4, 6, 11, 4, 3
03,	2	2	5	10	0.1	0.1	6, -5, 2, 4, 5, 3, 8, 1, -2, 1, 3, 3, 5, 4, -1, 2, 6, -1, 8, -6, 1, 4, 2, 4, -5	1, 9, 6, 6, 3, 3, 5, 6, 2, 2, 5, 2, 2, -1, 3, 6, 3, 0, 6, 5, 1, 6, 0, 10, 6	7, 8, 5, 1, 8, 6, 3, 3, -3, 1, 1, 2, 5, 9, 7, 2, 3, 2, 9, 5, 6, 4, 7, 5, 5
04,	0.1	1	2	5	0.05		-1, -1, 1, 0, 2, -5, 1, 1, 2, 1, 0, -1, -1, -3, -3, -1, -1, -3, 1, -1, 1, -5, -1, -1, 2	-4, -1, 0, 0, -1, -1, 0, -1, 1, -1, 1, 0, 0, 0, -1, -1, 0, -2, 0, 0, -2, 0, -2, 1, -1	-1, -1, 2, 1, 1, 3, 4, 2, 2, -1, 2, -4, 3, 2, -1, 1, 1, 1, 2, 1, 0, 4, 3, 1, 1
05,	1.5	2.5	5	8	0.06	0.06	4, 2, 7, 6, 2, 8, 8, 3, 5, 0, 2, -2, 0, -7, 6, 6, 7, 2, -1, 7, 2, 5, 6, 6, 1	-2, 3, 2, 10, 6, 5, 7, 7, 11, 3, 7, -8, 6, 11, 7, 6, 12, 8, 5, 2, 0, 4, 10, 5, 10	6, 3, -3, 9, 0, 0, 5, 2, 0, -1, 3, 3, 2, 6, 2, 2, 1, 1, 6, 1, -3, -2, 3, 3, 3
06,	1	5	5	8	0.05	0.05	-5, 3, -6, 10, -2, -14, 11, 5, 0, 5, 4, 10, 2, 12, 2, 2, 4, 4, 2, 15, -2, 1, 7, 7, -6	10, 4, 3, 13, -1, 8, 9, 7, 7, 4, -4, 8, 5, 1, 11, 5, 0, 6, 1, 1, 1, 11, 3, 8, 5	4, 6, 3, 14, 11, 0, 1, 0, -5, 1, 13, 1, 1, 2, 16, -7, 5, 9, 7, 2, 9, 14, 6, -2, 6

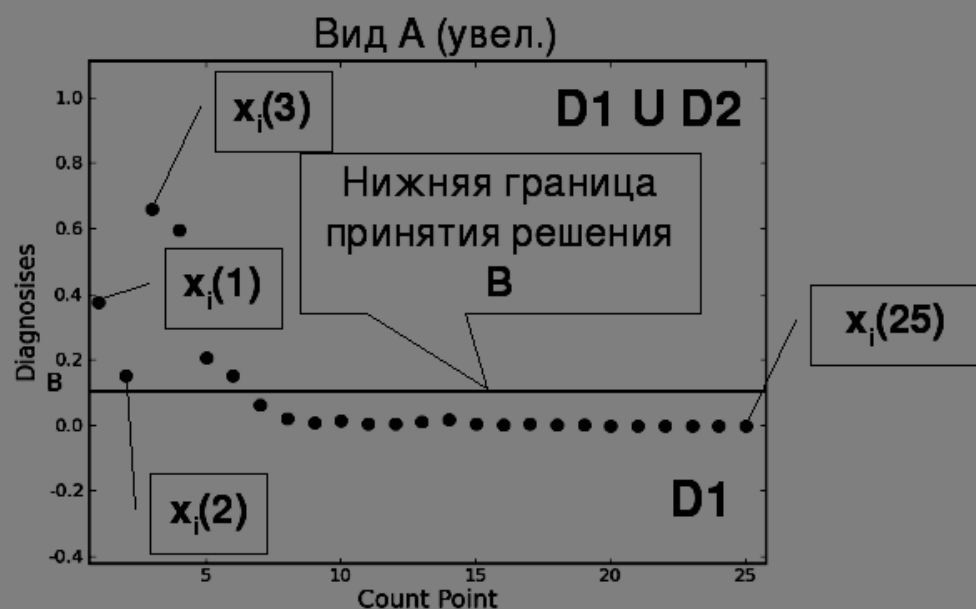
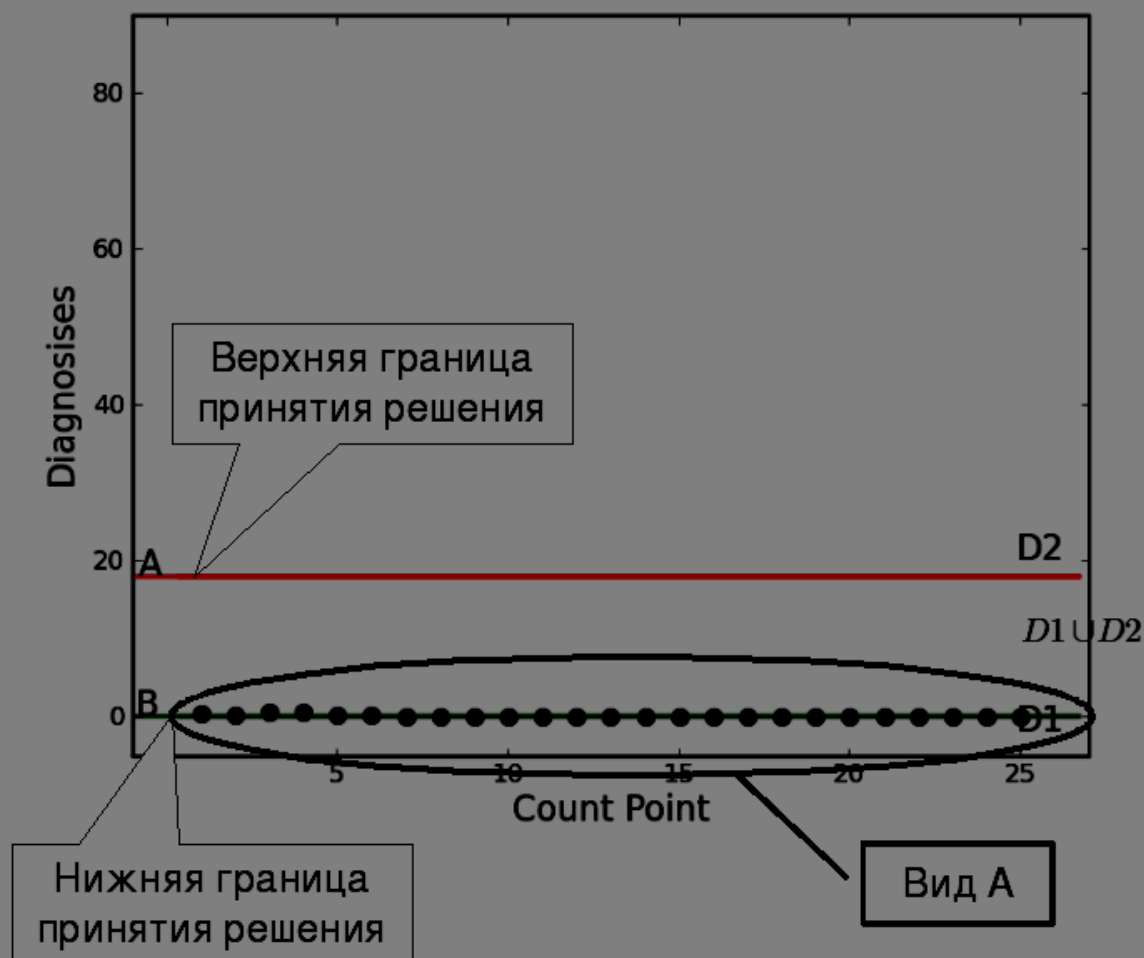
Таблица № 2. Численные значения к задаче на метод последовательного анализа (продолжение)

	μ_1	σ_1	μ_2	σ_2	α	β	x_1k	x_2k	x_3k
07,	2.2	2	10.1	15	0.065	0.065	8, 0, 9, 1, 3, 10, -2, 0, 8, 0, 6, 3, 3, -2, -1, 2, 6, 0, 5, 7, 3, 11, 7, 7, -3	1, -5, 4, 0, 5, 0, -2, 0, 4, 4, -5, -1, 0, -3, 3, -2, -2, -7, 5, 0, -1, 4, 5, 2, 2	3, 1, 2, -2, 3, 4, -1, 9, 8, 7, 1, 9, 3, 5, 4, 12, 6, -2, 7, 6, 17, 8, 2, 16, 7
08,	1.2	1.1	12	10	0.05	0.05	2, 2, 2, 2, -3, 6, -2, -6, 6, 3, 1, -6, -7, -7, 1, 0, -2, 2, -2, -10, 1, -2, 3, 0, 2	1, 5, 4, 4, 4, 3, 4, 1, 4, 4, 1, 4, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 5, 2, 6, 10, 7, 5, 2	2, 5, 4, 4, 3, 5, 3, 2, 2, 5, 5, 3, 7, 3, 2, 3, 7, 4, 5, 4, 4, 6, 6, 4, 3
09	3	2	10	10	0.1	0.1	5, 6, 6, 5, 5, 11, 2, 0, 8, 11, 8, 4, 5, 8, 5, 5, 6, 10, 1, 7, 10, 9, 9, 12, 8	2, 0, 0, 1, 2, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0, -1, 2, 0, -3, 1, 0, 2, -2, 0, 1, 2, 1, 2	6, 4, -2, -3, -3, 7, 2, 4, -2, 2, -1, 9, 2, 3, 7, 7, -2, 5, -3, -4, 1, 1, 5, 4, 0
10,	5	2	10	10	0.06	0.06	2, 4, 1, 6, -6, 3, 1, 5, 0, 6, 2, 2, 0, 1, -4, 0, 0, 8, 3, 0, 2, 6, 2, 1, 6	2, 1, 6, 1, 14, 9, 4, 7, 2, 10, 11, -2, 5, 4, 1, 7, 2, 3, -5, 7, 5, 8, 10, 7, 9	6, -1, 4, 2, 8, 0, 8, 3, 3, 6, 3, 6, 5, 1, 5, 5, 2, 1, 6, 3, 3, -6, 5, 0, 6
11,	2	1	15	10	0.07	0.07	2, -1, 6, 3, 1, -3, 1, -7, 11, 3, 5, -13, 3, 9, -5, 13, 2, -4, 6, 0, 3, -9, 1, -4, 0	2, 2, 0, 0, 1, 2, 1, 1, 4, 2, 0, 1, -1, 2, 1, 2, 3, 2, -2, 3, 7, 1, -1, 4, 5	0, 5, 4, 5, 0, -2, 4, 0, 2, 1, 4, 6, -1, 9, 4, 0, -2, -4, -1, 5, -4, 3, 9, 3, 1
12,	3	2.5	10	6.5	0.1	0.1	6, 9, 5, -5, 6, 9, 7, 1, 2, -2, 1, 1, 5, 6, 4, 5, 6, -1, 2, 6, 2, 11, 1, 7, 2	0, 9, 6, 2, 4, 3, -3, 1, -1, 7, 4, 2, 4, 4, 1, 6, -10, 1, 6, 3, -6, 1, 0, -2, -4	12, -1, 5, -1, 8, 8, 5, 8, 5, 0, -3, -1, 6, 7, 11, -3, 6, 5, 8, 10, 6, 10, 3, 7, 8
13,	3	3	10	15	0.1	0.1	13, -4, 0, -3, 5, 4, -2, 6, -3, 1, 5, 1, 7, -2, 1, 4, 11, 2, 7, 8, 1, 1, 8, 7, 5	1, -6, 7, 6, -1, 0, 17, 6, 10, 2, 8, 6, 0, -3, 11, 13, 5, 2, 0, 8, 4, 12, 4, 4, 11	-2, -2, 1, 9, 2, -2, 7, 1, 3, 18, 2, 14, 4, 6, 15, 2, 0, 5, 5, 11, 11, 5, 13, 1, 0
14	1.5	1	12	10	0.06	0.06	4, 3, 5, 3, -2, -1, -2, 0, -1, 4, 2, 1, 0, -5, 3, 2, 1, 0, -1, 2, -5, 4, -1, 0, -7	0, 2, 5, 0, 0, 4, -1, 6, 3, 5, 3, 9, 0, 5, 3, -2, 2, 4, 3, 2, -2, 7, 5, 3, -4	1, 3, -1, -3, -2, 4, 3, -1, 2, 2, 2, 1, 2, -1, 2, 5, 3, 1, 2, 3, -1, 0, 5, 3, 0
15	1.8	1.5	8	8.5	0.07	0.07	-1, 3, -2, -5, 1, 5, 0, -2, 1, 2, 6, 5, 5, -1, 0, 0, 0, 1, 2, 4, 0, -2, 1, 3, -2	-1, 1, 7, 4, 3, 4, -1, 3, 3, 9, 1, 2, 7, 1, 4, 8, 6, -1, 4, 1, 6, 9, 2, -2, 6	2, 7, 2, 3, -4, 1, 3, 1, 1, 4, 3, 2, 5, 9, -2, 2, 4, 3, 5, 1, 10, 2, 6, 5, 5
16,	2	1	8	12	0.08	0.08	2, 5, 3, -1, 2, 1, 2, 2, 1, 3, 0, 2, 3, 3, 3, 0, 6, 5, 3, 4, 1, 4, 2, 1, 3	2, 4, 2, 3, 0, 2, 3, 4, 8, 2, 6, 3, 4, 5, -2, -2, 7, 3, 0, 3, 2, 0, 1, 2, -2	-1, -3, 2, -1, 3, 0, 2, 4, 1, -1, 3, 1, 8, 2, 0, 1, 1, 2, 3, 1, -1, 3, 3, -1, 5

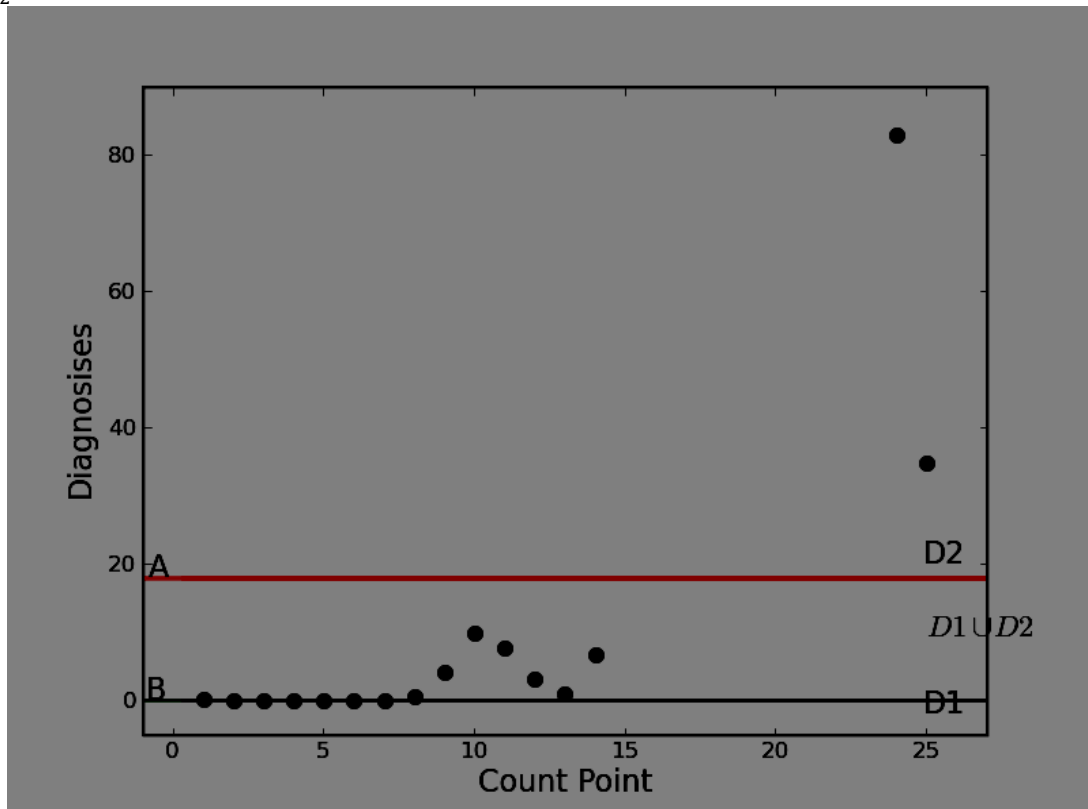
Таблица № 2. Численные значения к задаче на метод последовательного анализа (продолжение)

№ данных	μ_1	σ_1	μ_2	σ_2	α	β	x_1k	x_2k	x_3k
17,	5	5	12	15	0.06	0.06	-1, -12, 0, 10, 16, 11, 10, 0, 7, 2, 4, 5, -2, 7, 10, -7, -3, 11, -7, -2, 1, 4, 9, 7, 7	1, 6, 17, 14, 12, 2, 17, 11, 8, 20, 3, 18, -4, 12, 11, 7, -3, 18, 9, 4, 7, 5, -8, 1, 1	16, 10, 13, 15, 0, -13, 15, 5, 5, 20, 2, 11, 9, 9, 3, -6, - 4, -10, -2, -6, -2, 14, 10, 9, 24
18,	2.5	5	10.5	10	0.08	0.06	9, 5, 10, 14, 0, - 14, 1, 7, -4, 3, 13, 1, -1, -11, 2, -9, 4, -2, 6, 16, 18, 0, 11, 8, 13	-13, 5, -4, 5, -1, 6, 5, 5, 3, 2, 17, -6, -2, 3, -4, 10, -2, 1, -10, 4, 9, 5, 11, 13, 10	16, 3, -2, 12, -1, 8, 0, 6, 2, -3, 7, 12, 8, 4, 17, 6, 9, 4, 9, 4, -4, 2, 0, - 7, 6
19,	10	10	20	20	0.05	0.1	0, 5, -10, 34, 6, 35, 16, 8, 15, 6, 11, 4, 9, 5, 9, 17, 11, 7, 12, 6, -2, 24, 19, 8, -1	24, 3, -19, -14, 34, - 8, -15, -16, 18, 7, 14, 18, 13, 21, 21, 34, 20, -6, 14, 3, 8, -4, 15, 3, -4	-21, 1, 10, 0, -18, 2, 12, -31, 14, 3, 5, 28, 38, 14, -3, 21, 35, 14, 21, 21, -16, 21, 15, 7, 5
20,	7	2	25	10	0.05	0.05	13, 4, 5, 8, 5, 4, 6, 17, 13, 12, 7, 6, 17, 1, 11, 14, 5, 9, 17, 3, 2, 7, 14, 5, 5	12, 11, 9, 9, 11, 7, 11, 7, 11, 9, 9, 10, 11, 5, 13, 13, 12, 10, 13, 8, 9, 12, 7, 8, 10	11, 7, 13, 0, 10, 10, 12, 10, 2, 8, - 3, 15, 4, 5, 1, 7, 12, 6, 16, 18, 16, 7, 2, 5, 4
21,	5	7	15	15	0.06	0.08	4, 19, 25, 4, 7, 14, 2, -3, 9, 2, 7, 16, 4, 18, 4, 3, 16, 8, 11, 1, -2, 21, 16, 6, 26	13, 19, -4, 19, 2, 1, 14, 12, 20, 14, 7, 15, 8, 2, 26, -2, 10, 27, 19, 21, 13, -15, 13, 16, 7	5, 10, 10, -5, -3, 29, 15, 4, 13, 7, 1, 14, 2, 20, 23, 20, 10, -9, 5, 14, 13, -5, 10, 2, 17
22,	10	10	20	20	0.05	0.05	18, 35, 22, -4, 34, 3, 27, 52, 15, 4, 13, 10, 16, -1, 21, 9, 39, -3, 14, 2, 27, 3, -2, 5, -14	21, 17, -31, 20, -10, 17, 12, 13, -2, -16, 37, -4, 0, 22, 4, 10, 6, 30, 8, 26, 5, 3, 3, 20, 13	14, 34, 29, 18, 13, -7, 7, 21, 0, 27, 9, 10, 24, 0, 10, 3, 33, 19, 11, 14, 23, 21, 9, 6, 22
23,	6	12	10	22	0.01	0.05	-6, 6, 21, -1, -22, 35, -13, -14, 26, - 22, 27, 5, 20, -14, 10, 38, 14, -7, 11, -6, 22, 11, -39, -5, -17	-17, 12, -7, 0, 25, - 33, 16, 7, -9, 13, -3, -23, 12, -41, -36, 11, 22, 28, 6, 4, -3, 17, 18, 11, 9	27, 9, 2, -19, 31, -3, -13, -9, -19, 9, 8, -32, 37, -16, 8, 4, -12, 11, 3, 21, - 20, 42, 4, 2, 8
24,	6	10	25	30	0.1	0.1	-6, 23, 9, 24, 14, 23, 12, 0, 34, 23, 9, 0, 38, -1, 14, 37, 20, 26, 30, 3, 19, 6, 12, 30, 16	-1, 28, -4, 5, 1, 10, 11, 13, 30, 20, 9, -1, 30, -15, 29, 8, -2, - 3, -14, -2, 5, 20, 15, 51, 1	9, 4, 27, 5, 26, 29, 21, 26, 11, -1, 1, 35, -6, 7, 33, - 2, 7, -11, 50, 7, 5, 35, 4, 21, 14
25,	8	18	30	45	0.05	0.1	-17, 37, 8, 28, 66, 70, -14, 28, -10, - 13, 6, 47, 20, 11, 33, 35, -2, -5, 10, 14, 17, 55, 13, 30, 51	14, 33, 33, 43, 11, 0, 27, 56, 21, 44, - 5, 48, 17, -6, 43, 3, 65, 31, 29, 55, 45, 38, -2, 5, -64	-23, 26, 16, 29, 21, 13, 2, 29, -1, -27, 26, 37, 18, - 4, -16, 30, -22, 50, 7, -44, 12, 1, 0, -4, 20

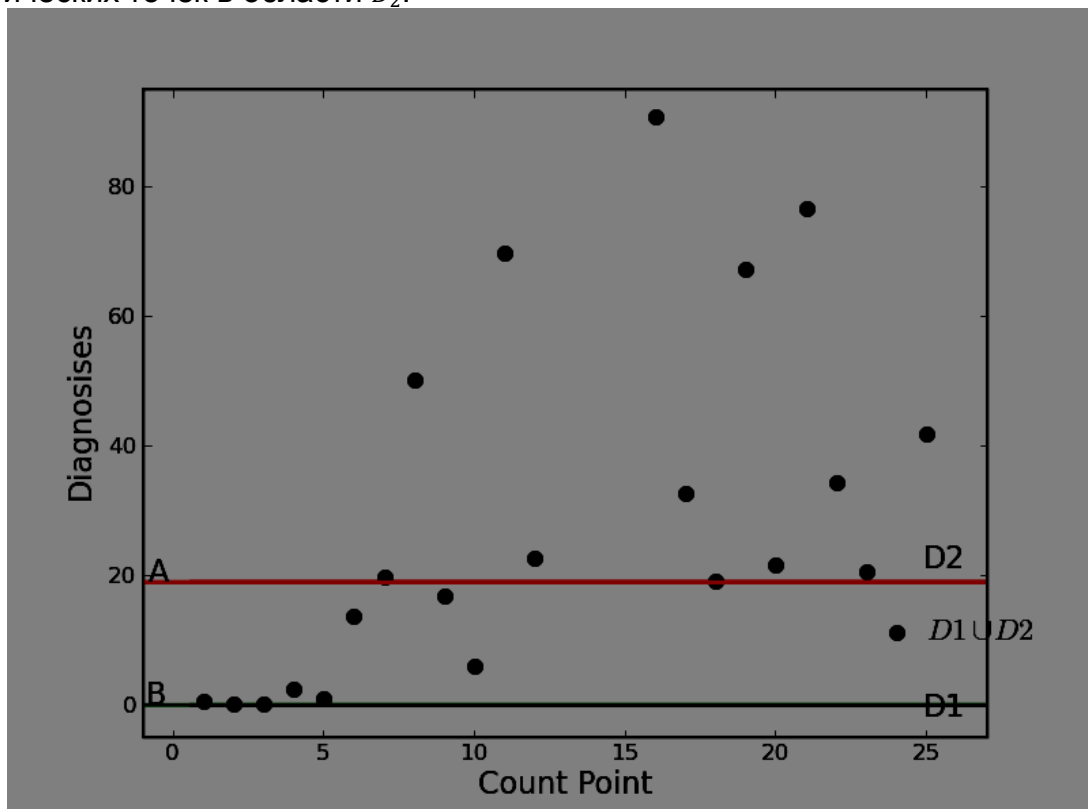
1) $x_{ik} \in D_1$



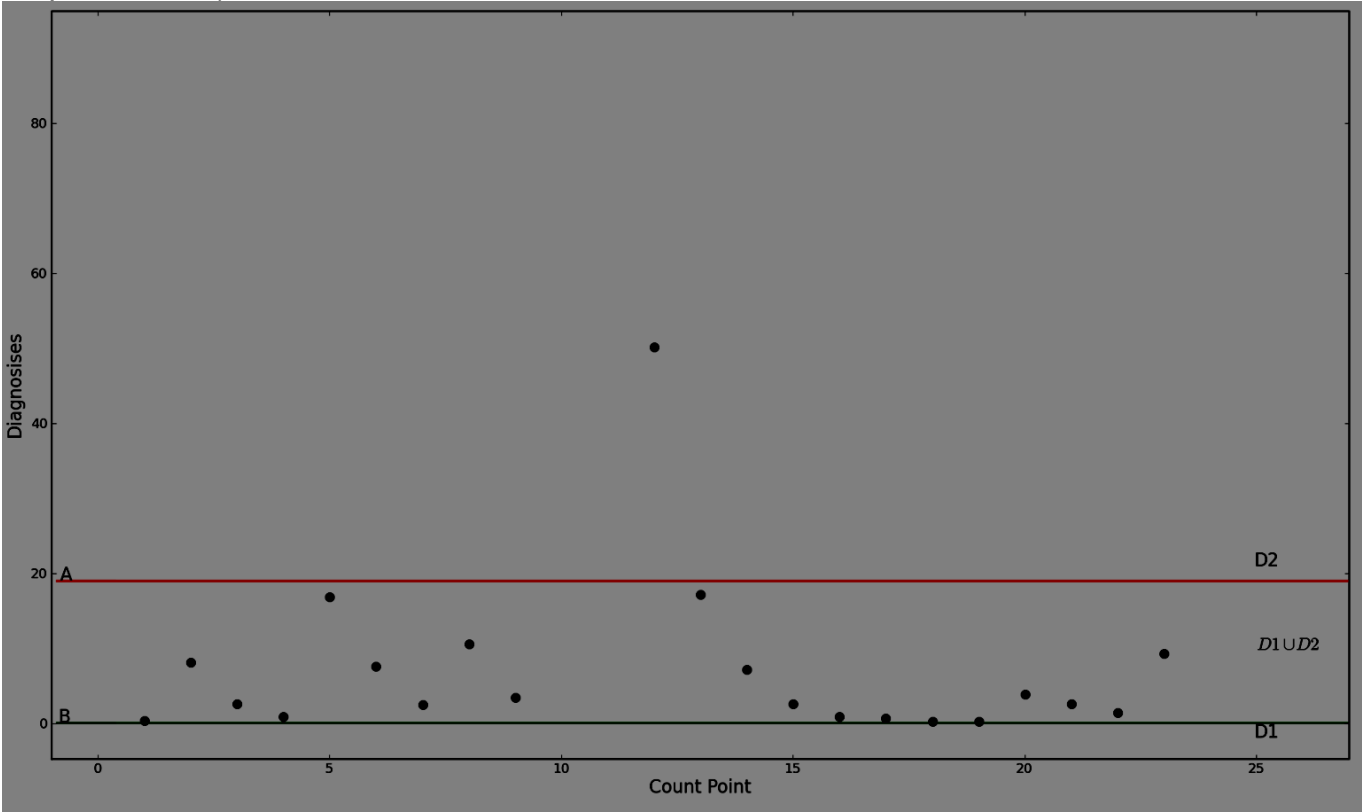
2) $x_{ik} \in D_2$



3) Диагностические точки периодически перемещаются из области $D_1 \cup D_2$ в D_2 и наоборот. В данный момент состояние системы определить сложно, но скорей всего в будущем состояние системы будет $x_{ik} \in D_2$, так как с увеличением количества информации о объекте исследования наблюдается увеличение количества диагностических точек в области D_2 .



4) Установить диагноз не представляется возможным, выполнить прогноз вероятного развития состояния системы в будущем также не возможно, т.к. диагностические точки не выходят за пределы области $D_1 \cup D_2$ на протяжении всего наблюдения за объектом (за исключение только одной точки, что скорей всего обусловлено статистической погрешностью).



ЗАДАЧА НА МЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД

Пусть выполняется диагностирование объекта по n диагностических признаков $x = \|x_1, x_2, \dots, x_n\|$. Пространство диагностических признаков является неизотропным, в котором располагается m диагнозов $D = \|D_1, D_2, \dots, D_m\|$ для каждого диагноза известны верифицированные вектора $a_i^S, i = \overline{1, m}$. Требуется определить: 1) область диагностических признаков; 2) установить принадлежность трех произвольных векторов X_1, X_2 и X_3 к тем или иным диагнозам, используя метод расстояния до эталона или метод расстояния до множества. Результаты расчета (координаты эталонов a_i^S , если используется метод расстояний до эталона, минимальные расстояния и величины весовых коэффициентов) свести в сводную таблицу.

Таблица № 3.1 Численные значения к задаче на метрический метод

№ данных	Верифицированные вектора a_i^S для диагнозов D_i (Численные значения см. в табл. 8)					Вектора измеренных диагностических признаков (Численные значения см. в табл. 9)			Отношения весовых коэффициентов диагностических признаков
	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	X_1	X_2	X_3	λ_j
00,	a_1^S $a_5^S a_{10}^S$	a_{15}^S a_{21}^S a_{22}^S a_{31}^S	a_7^S a_9^S a_{35}^S	a_{28}^S a_{36}^S a_{47}^S a_{67}^S	a_{25}^S a_{32}^S a_{40}^S	$X^{(1)}$	$X^{(10)}$	$X^{(12)}$	$\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$
01,	a_2^S a_{13}^S a_{33}^S a_{61}^S	a_{12}^S a_{23}^S a_{44}^S a_{64}^S	a_{52}^S a_{55}^S a_{68}^S a_{69}^S	a_{14}^S a_{24}^S a_{36}^S a_{62}^S	—	$X^{(2)}$	$X^{(20)}$	$X^{(14)}$	$\lambda_4 < \lambda_3 < \lambda_1 < \lambda_2$
02,	a_3^S a_{51}^S a_{78}^S	a_{20}^S a_{25}^S a_{30}^S a_{35}^S a_{40}^S	a_9^S a_{11}^S a_{67}^S	a_8^S a_{28}^S a_{68}^S	—	$X^{(14)}$	$X^{(19)}$	$X^{(3)}$	$\lambda_1 = \lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4$
03,	a_4^S a_{20}^S a_{22}^S a_{38}^S	a_{40}^S a_{45}^S a_{50}^S a_{52}^S	a_{11}^S a_{15}^S a_{16}^S a_{26}^S	a_{25}^S a_{35}^S a_{37}^S a_{47}^S	a_{60}^S a_{62}^S a_{64}^S a_{68}^S	$X^{(20)}$	$X^{(18)}$	$X^{(10)}$	$\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_1 < \lambda_4$

Таблица № 3.1 Численные значения к задаче на метрический метод (продолжение)

№ данных	Верифицированные вектора a_i^S для диагнозов D_i (Численные значения см. в табл. 8)					Вектора измеренных диагностических признаков (Численные значения см. в табл. 9)			Отношения весовых коэффициентов диагностических признаков
	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	X_1	X_2	X_3	λ_j
04,	a_{10}^S a_{12}^S a_{14}^S a_{16}^S a_{18}^S	a_{20}^S a_{23}^S a_{25}^S a_{27}^S	a_{30}^S a_{34}^S a_{36}^S a_{38}^S a_{42}^S	a_{40}^S a_{45}^S a_{47}^S a_{49}^S	a_{50}^S a_{56}^S a_{58}^S	$X^{(11)}$	$X^{(21)}$	$X^{(4)}$	$\lambda_4 < \lambda_2 = \lambda_1 < \lambda_3$
05,	a_{13}^S a_{29}^S a_{17}^S	a_{15}^S a_{16}^S a_{26}^S a_{34}^S	a_7^S a_{18}^S a_{21}^S a_{23}^S	a_{28}^S a_{38}^S a_{44}^S	a_{25}^S a_{55}^S a_{62}^S	$X^{(3)}$	$X^{(9)}$	$X^{(13)}$	$\lambda_1 < \lambda_4 < \lambda_2 < \lambda_3$
06,	a_{70}^S a_{75}^S a_1^S a_{10}^S	a_{71}^S a_{76}^S a_2^S a_{12}^S	a_{72}^S a_{77}^S a_3^S a_{13}^S	a_{73}^S a_{78}^S a_4^S a_{14}^S	a_{74}^S a_{79}^S a_5^S a_{15}^S	$X^{(4)}$	$X^{(15)}$	$X^{(5)}$	$\lambda_2 < \lambda_1 < \lambda_4 < \lambda_3$
07,	a_{21}^S a_{55}^S a_{61}^S	a_{31}^S a_{32}^S a_{34}^S a_{40}^S a_{41}^S	a_{45}^S a_{48}^S a_{51}^S a_{62}^S a_{65}^S	a_1^S a_2^S a_3^S a_9^S	—	$X^{(5)}$	$X^{(15)}$	$X^{(17)}$	$\lambda_2 < \lambda_1 < \lambda_4 = \lambda_3$
08,	a_{24}^S a_{34}^S a_{44}^S	a_{13}^S a_{16}^S a_{26}^S	a_{22}^S a_{32}^S a_{35}^S a_{38}^S	a_2^S a_5^S a_8^S a_{14}^S a_{25}^S	a_{17}^S a_{21}^S a_{29}^S a_{31}^S a_{55}^S	$X^{(1)}$	$X^{(2)}$	$X^{(3)}$	$\lambda_4 < \lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_1$
09,	a_{14}^S a_4^S a_{34}^S a_{44}^S a_{58}^S	a_{15}^S a_{28}^S a_{38}^S a_{24}^S a_5^S	a_{26}^S a_{27}^S a_{37}^S a_7^S a_{17}^S	a_{16}^S a_{68}^S a_{51}^S	a_{20}^S a_{69}^S a_{53}^S	$X^{(19)}$	$X^{(7)}$	$X^{(6)}$	$\lambda_1 = \lambda_4 < \lambda_2 < \lambda_3$

Таблица № 3.1 Численные значения к задаче на метрический метод (продолжение)

№ данных	Верифицированные вектора a_i^S для диагнозов D_i (Численные значения см. в табл. 8)					Вектора измеренных диагностических признаков (Численные значения см. в табл. 9)			Отношения весовых коэффициентов диагностических признаков
	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	X_1	X_2	X_3	λ_j
10,	a_1^S a_{22}^S a_{30}^S	a_3^S a_{31}^S a_{38}^S a_{45}^S	a_5^S a_{42}^S a_{48}^S a_{51}^S a_{53}^S	a_7^S a_{55}^S a_{64}^S a_{69}^S a_{71}^S a_{79}^S	a_9^S a_{56}^S a_{61}^S a_{62}^S a_{63}^S a_{57}^S	$X^{(11)}$	$X^{(15)}$	$X^{(18)}$	$\lambda_2 < \lambda_1 < \lambda_4 < \lambda_3$
11,	a_5^S a_{15}^S a_{17}^S a_{25}^S	a_6^S a_8^S a_{18}^S a_{28}^S	a_{16}^S a_{22}^S a_{26}^S a_{29}^S	a_{36}^S a_{38}^S a_{48}^S a_{58}^S	a_{61}^S a_{63}^S a_{65}^S a_{68}^S	$X^{(3)}$	$X^{(18)}$	$X^{(20)}$	$\lambda_1 < \lambda_4 < \lambda_3 < \lambda_2$

Таблица № 3.2 Численные значения верифицированных векторов

$a_1^S = \ 10,25,12,52\ ^T$	$a_{27}^S = \ 68,85,65,50\ ^T$	$a_{53}^S = \ 32,45,91,132,140\ ^T$
$a_2^S = \ 15,15,20,60\ ^T$	$a_{28}^S = \ 75,100,85,65\ ^T$	$a_{54}^S = \ 15,52,245,100\ ^T$
$a_3^S = \ 27,35,32,55\ ^T$	$a_{29}^S = \ 80,110,95,68\ ^T$	$a_{55}^S = \ 22,65,230,120\ ^T$
$a_4^S = \ 22,33,15,58\ ^T$	$a_{30}^S = \ 85,105,90,85\ ^T$	$a_{56}^S = \ 20,59,210,105\ ^T$
$a_5^S = \ 14,41,45,50\ ^T$	$a_{31}^S = \ 82,115,100,80\ ^T$	$a_{57}^S = \ 28,63,227,135\ ^T$
$a_6^S = \ 35,50,55,101\ ^T$	$a_{32}^S = \ 90,125,105,90\ ^T$	$a_{58}^S = \ 55,25,37,15\ ^T$
$a_7^S = \ 45,58,65,120\ ^T$	$a_{33}^S = \ 100,140,120,100\ ^T$	$a_{58}^S = \ 65,20,42,18\ ^T$
$a_8^S = \ 40,55,61,115\ ^T$	$a_{34}^S = \ 125,158,135,115\ ^T$	$a_{59}^S = \ 60,30,32,22\ ^T$
$a_9^S = \ 42,52,58,110\ ^T$	$a_{35}^S = \ 136,155,125,132\ ^T$	$a_{60}^S = \ 68,21,46,35\ ^T$
$a_{10}^S = \ 5,15,10,15\ ^T$	$a_{36}^S = \ 500,100,320,52\ ^T$	$a_{61}^S = \ 125,56,245,95\ ^T$
$a_{11}^S = \ 8,10,8,30\ ^T$	$a_{37}^S = \ 480,120,350,62\ ^T$	$a_{62}^S = \ 115,41,215,125\ ^T$
$a_{12}^S = \ 6,12,5,25\ ^T$	$a_{38}^S = \ 550,151,250,141\ ^T$	$a_{63}^S = \ 135,48,205,105\ ^T$
$a_{13}^S = \ 4,10,4,20\ ^T$	$a_{39}^S = \ 450,130,305,100\ ^T$	$a_{64}^S = \ 110,32,220,130\ ^T$
$a_{14}^S = \ 100,60,80,200\ ^T$	$a_{40}^S = \ 120,325,320,40\ ^T$	$a_{65}^S = \ 56,44,88,12\ ^T$
$a_{15}^S = \ 120,65,100,215\ ^T$	$a_{41}^S = \ 102,305,224,45\ ^T$	$a_{66}^S = \ 45,38,69,16\ ^T$
$a_{16}^S = \ 108,72,112,220\ ^T$	$a_{42}^S = \ 98,350,215,52\ ^T$	$a_{67}^S = \ 50,40,78,25\ ^T$
$a_{17}^S = \ 115,68,91,201\ ^T$	$a_{43}^S = \ 220,104,160,104\ ^T$	$a_{68}^S = \ 56,46,55,20\ ^T$
$a_{18}^S = \ 20,25,15,10\ ^T$	$a_{44}^S = \ 190,126,125,115\ ^T$	$a_{69}^S = \ 49,32,60,30\ ^T$
$a_{19}^S = \ 15,30,18,15\ ^T$	$a_{45}^S = \ 150,146,135,125\ ^T$	$a_{70}^S = \ 400,300,125,115\ ^T$
$a_{20}^S = \ 25,33,21,18\ ^T$	$a_{46}^S = \ 250,106,165,95\ ^T$	$a_{71}^S = \ 440,280,135,125\ ^T$
$a_{21}^S = \ 35,40,35,25\ ^T$	$a_{47}^S = \ 12,20,50,80\ ^T$	$a_{72}^S = \ 340,320,155,148\ ^T$
$a_{22}^S = \ 38,48,40,35\ ^T$	$a_{48}^S = \ 8,25,65,75\ ^T$	$a_{73}^S = \ 410,335,120,140\ ^T$
$a_{23}^S = \ 41,45,45,30\ ^T$	$a_{49}^S = \ 15,18,52,82\ ^T$	$a_{74}^S = \ 150,250,100,85\ ^T$
$a_{24}^S = \ 52,50,38,28\ ^T$	$a_{50}^S = \ 18,22,56,96\ ^T$	$a_{75}^S = \ 160,240,115,98\ ^T$
$a_{25}^S = \ 65,60,55,45\ ^T$	$a_{51}^S = \ 20,40,80,120\ ^T$	$a_{77}^S = \ 142,231,128,116\ ^T$
$a_{26}^S = \ 69,69,59,49\ ^T$	$a_{52}^S = \ 25,35,85,125\ ^T$	$a_{77}^S = \ 165,201,110,100\ ^T$
		$a_{78}^S = \ 15,25,35,45\ ^T$
		$a_{79}^S = \ 25,35,45,55\ ^T$

Таблица № 3.3 Численные значения векторов текущего состояния диагностируемой системы

$$X^{(1)} = \|15,28,15,48\|^T$$

$$X^{(2)} = \|55,86,25,100\|^T$$

$$X^{(3)} = \|45,210,115,65\|^T$$

$$X^{(4)} = \|482,125,300,150\|^T$$

$$X^{(5)} = \|85,12,47,95\|^T$$

$$X^{(6)} = \|145,210,115,55\|^T$$

$$X^{(7)} = \|65,69,47,12\|^T$$

$$X^{(8)} = \|216,155,95,110\|^T$$

$$X^{(9)} = \|12,22,55,45\|^T$$

$$X^{(10)} = \|22,32,65,82\|^T$$

$$X^{(10)} = \|95,105,100,115\|^T$$

$$X^{(11)} = \|55,65,140,47\|^T$$

$$X^{(12)} = \|27,32,55,88\|^T$$

$$X^{(12)} = \|61,32,33,12\|^T$$

$$X^{(13)} = \|102,45,65,86\|^T$$

$$X^{(14)} = \|42,30,55,69\|^T$$

$$X^{(15)} = \|65,44,51,62\|^T$$

$$X^{(16)} = \|30,42,55,95\|^T$$

$$X^{(18)} = \|420,310,215,165\|^T$$

$$X^{(19)} = \|65,115,32,102\|^T$$

$$X^{(20)} = \|12,25,115,65\|^T$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Биргер И. А. Техническая диагностика. - М.: «Машиностроение», 1978. - 240 с., ил. - (Надежность и качество).
2. Генкин М. Д., Соколова А. Г. Виброакустическая диагностика машин и механизмов, М.: Машиностроение, 1987. - 288 с.
3. Явленский К. Н., Явленский А. К. Вибродиагностика и прогнозирование качества механических систем. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1983. – 239 с.