

Помимо улучшения равномерности нанесения изолирующего покрытия на внутреннюю поверхность трубы, данная установка позволяет обеспечить равномерность нанесения покрытия на края трубы и исключить перелив наносимого материала. Также отпадает необходимость размещения обслуживающего персонала в непосредственной близости от сливной колонки.

При необходимости, скоростью движения материала покрытия можно управлять по заданной программе, формируя тем самым требуемую толщину покрытия на разных участках трубы.

#### Список использованных источников

1. Борминский, С.А. Устройство автоматического управления процессом нанесения шпикера на внутреннюю поверхность трубы [Текст] / С.А. Борминский, М.И. Голикова // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: материалы Всероссийской научно-технической конференции – Самара: СГАУ, 2009. С. 147-150.
2. Пат. 96793 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup>B05C11/10. Устройство нанесения покрытия на внутреннюю поверхность трубы [Текст] / Сворцов Б.В., Борминский С.А., Голикова М.И.; заявитель и патентообладатель СГАУ.- 2010114883; заявл. 13.04.10; опубл. 20.08.10. Бюл. №23.
3. Пат. 2413794 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup>C23D5/02. Способ безгрунтового эмалирования внутренней поверхности стальной трубы [Текст] / Потапов В.В., Риккер В.И., Панкратьев В.К., Сиротинский А.А.; заявитель и патентообладатель ЗАО «НЕГАС».- 2009137272; заявл. 09.10.09; опубл. 10.03.11. Бюл. №7.
4. Пат. 53002 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup>G01D17/00. Электронно-акустическое устройство измерения уровня жидкости [Текст] / Борминский С.А., Сворцов Б.В.; заявитель и патентообладатель ООО «АПС».- 2005119931; заявл. 27.06.05; опубл. 27.04.06. Бюл. №12.

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЭС

С.В. Елизаров

Самарский государственный аэрокосмический университет, г.Самара

Современная радиоэлектронная аппаратура (РЭА) представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных функциональных узлов, предназначенных для обеспечения основных функций формирования, усиления, преобразования, передачи и запоминания сигналов, несущих полезную информацию. В условиях информационного общества, когда практически все сферы человеческой деятельности непрерывно используют средства обработки информации, на РЭА возлагаются ответственные

функции, что приводит к значительному усложнению аппаратуры. Высокая сложность обеспечивает требуемую функциональность, но влечет за собой внушительные требования по надежности к РЭА. Становится актуальной задача оценки качества и состояния сложной аппаратуры в процессе ее создания и эксплуатации.

В зависимости от сферы применения используется разная по сложности и внутреннему устройству РЭА, качество которой при эксплуатации в большей степени определяется надежностью. Чем сложнее РЭА, тем наиболее вероятен отказ, что неминуемо приводит к экономическим затратам. При разработке, изготовлении и эксплуатации РЭА принимаются разнообразные меры, направленные на обеспечение ее безотказности. Однако полностью устранить возможность появления отказов не удается, поэтому задача поддержания работоспособного состояния РЭА заключается, прежде всего, в своевременном прогнозировании отказов и устранение причин их появления. Прогнозирование отказов необходимо и для того, чтобы предупредить аварийные ситуации, которые могут повлечь за собой тяжелые последствия.

Эффективно с проблемой повышения качества справляется прогнозирование изменения свойств РЭА после изготовления. Наибольшую точность прогнозирования при минимальных затратах обеспечивает индивидуальное прогнозирование (ИП). Цель ИП на этапе эксплуатации заключается в предотвращении отказов и увеличении сроков службы изделия РЭА между профилактическими работами путем выявления и исключения из эксплуатации потенциально ненадежных экземпляров с ухудшенными значениями параметров. Предотвращение отказов, а следовательно, увеличение времени исправной работы приводят к сокращению потерь от вынужденных простоев РЭА, к тому же снижение объема профилактических работ позволяет уменьшить затраты на обслуживание. Все это способствует существенному повышению эффективности эксплуатации.

Смысл ИП заключается в том, что по результатам наблюдений за каждым конкретным экземпляром из совокупности каких-либо определенных изделий делается вывод о потенциальной надежности этого экземпляра, то есть о возможности его использования по назначению к концу заданного срока службы [1].

Основным недостатком использования ИП является достаточно трудоемкий процесс вычислений, что приводит к увеличению технологического и эксплуатационного цикла. Таким образом, ИП имеет смысл только в случае использования ЭВМ [2].

Следовательно, разработка программного продукта, позволяющего автоматизировать обработку данных ИП методом потенциальных функций (МПФ), является целесообразной.

Для разработки алгоритма работы программы необходимо было проанализировать математический аппарат МПФ.

Сущность ИП для случая МПФ состоит в таком нелинейном преобразовании пространства признаков, которое усиливает, подчеркивает разделение классов. Кроме того, в самой процедуре обработки результатов обучающего эксперимента предлагается оперировать не со значениями признаков, а с их разностью. Но, так как каждый признак имеет свою физическую природу, а значит, и размерность, применяют нормирование признаков для того, чтобы получить безразмерные величины. При этом желательно такое нормирование, которое бы содействовало лучшей разделимости классов.

Предлагается осуществлять нормирование по формуле:

$$x_{in}^{(j)} = \frac{x_i^{(j)}}{D^{1/2}[x]},$$

где  $x_{in}^{(j)}$  – нормированное значение  $i$ -го признака  $j$ -го экземпляра;

$x_i^{(j)}$  – измеренное значение  $i$ -ого признака  $j$ -ого экземпляра;

$D^{1/2}[x]$  – оценка дисперсии  $i$ -ого признака по всем  $n$  экземплярам.

Такое преобразование повышает роль тех признаков, которые меньше рассеиваются относительно своего математического ожидания.

Для простоты записи будем обозначать далее  $x_{in}^{(j)}$  как  $x_{ij}$ .

Переходя от значений признаков к их разностям, находят  $R_i^{(j,l)}$  – единичное расстояние между значениями  $i$ -ого признака для  $j$ -ого и  $l$ -ого экземпляров по формуле:

$$R_i^{(j,l)} = |x_i^{(j)} - x_i^{(l)}|.$$

Обобщенное расстояние по всем  $k$  признакам для  $j$ -ого и  $l$ -ого экземпляров определяют по формуле:

$$R_i^{(j,l)} = \sqrt{\sum_{i=1}^k [x_i^{(j)} - x_i^{(l)}]^2}.$$

В данной формуле большую роль будут играть те признаки, которые мало рассеиваются, так как нормирование привело к увеличению их разброса.

Введем понятие потенциала  $j$ -ого экземпляра, наводимого на него  $l$ -ым экземпляром, определяют по формуле:

$$\varphi^{(j,l)} = \frac{q_l}{1 + \alpha [R_i^{(j,l)}]^\beta},$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – коэффициенты, определяемые экспериментально;

$q_l = \pm 1$  – коэффициент, учитывающий класс экземпляра ( $K_1$  или  $K_2$ ).

Условимся далее считать, что, если потенциал наводится от экземпляра, принадлежащего к классу  $K_1$ , то  $ql = +1$ , в противном случае  $ql = -1$ . Иными словами, будем считать, что экземпляры класса  $K_1$  наводят на  $j$ -ый экземпляр положительный потенциал, а экземпляры класса  $K_2$  — отрицательный.

Если  $j$ -ый и  $l$ -ый экземпляры принадлежат к одному классу, то разница между значениями признаков для них будет мала, и тогда будут малы как единичное, так и обобщенное расстояния, а величина потенциала по модулю  $|\phi^{(j,l)}|$  будет большой («точки близки, и наведенный потенциал велик»).

Если же  $j$ -ый и  $l$ -ый экземпляры принадлежат к разным классам, величина  $|\phi^{(j,l)}|$  будет мала. Показатель степени  $\beta$  подчеркивает эту разницу между классами.

Однако величина потенциала  $|\phi^{(j,l)}|$  дает представление о взаимном расположении только двух векторов признаков ( $j$ -го и  $l$ -го экземпляров) в нелинейно преобразованном пространстве. Поэтому переходят к обобщенному суммарному потенциалу каждого экземпляра, для чего используют весь массив исходных данных обучающего эксперимента.

Пусть по результатам обучающего эксперимента оказалось, что число экземпляров, принадлежащих к классу  $K_1$  равно  $n_1$ , и число экземпляров класса  $K_2$  —  $n_2$ ;  $n_1 + n_2 = n$ . Тогда, располагая значениями  $|\phi^{(j,l)}|$  и ( $j=1, 2, \dots, n$ ;  $j \neq l$ ), можно вычислить суммарный потенциал каждого экземпляра, используемого в обучающем эксперименте.

Условимся далее обозначать  $j \in K_1$  или  $j \in K_2$ , если  $j$ -ый экземпляр принадлежит соответственно к классу  $K_1$  или  $K_2$ . Обозначим  $\phi_{j \in K_1}^{(j)}$  — суммарный потенциал, наводимый на  $j$ -ый экземпляр класса  $K_1$  всеми остальными  $(n-1)$  экземплярами, используемыми в обучающем эксперименте,  $\phi_{j \in K_2}^{(j)}$  — суммарный потенциал, наводимый на  $j$ -ый экземпляра класса  $K_2$  всеми остальными  $(n-1)$  экземплярами. Тогда для любого  $j$ -ого экземпляра, принадлежащего к классу  $K_1$ , этот суммарный потенциал находится по формуле:

$$\phi_{j \in K_1, \Sigma} = \frac{1}{n_1 - 1} \sum_{l \in K_1, l \neq j} \phi^{(j,l)} + \frac{1}{n_2} \sum_{l \in K_2} \phi^{(j,l)}.$$

Для того чтобы результат вычисления суммарного потенциала  $j$ -ого экземпляра не зависел от случайных чисел  $n_1$  и  $n_2$ , та и другая сумма делятся на число слагаемых в этой сумме. Число слагаемых в первой сумме равно  $n_1 - 1$ , так как  $j$ -ый экземпляр, для которого вычисляется суммарный потенциал, также принадлежит классу  $K_1$ . Заметим, что все слагаемые в первой сумме будут положительными, поскольку определяется потенциал, наводимый

экземплярами класса  $K_l$  ( $l \in K$ ), а все слагаемыми во второй сумме – отрицательными ( $l \in K_2$ ).

Если классы хорошо разделяются, то вторая сумма (отрицательная) будет по модулю меньше первой, и суммарный потенциал будет положительным. При плохой разделимости классов величины первой и второй сумм по модулю будут близки и величина суммарного потенциала будет близка к нулю.

Пусть пороговое значение суммарного потенциала принято равным нулю,  $P_g=0$ . Тогда, если суммарный потенциал неотрицательный, принимается решение об отнесении этого  $j$ -ого экземпляра к классу  $K_1$ , если отрицательный, принимается решение об отнесении его к классу  $K_2$ . Очевидно, все принимаемые здесь решения об отнесении  $j$ -ого экземпляра к классу  $K_1$  будут ошибочными, так как по выражению проверяются только экземпляры, фактически принадлежащие к классу  $K_1$ . Обозначим число таких ошибочных решений  $n(K_1/perm K_2)$ .

Аналогично для каждого  $j$ -ого экземпляра класса  $K_2$  найдем суммарный потенциал по формуле:

$$\phi_{j \in K_2, \Sigma} = \frac{1}{n_1} \sum_{l \in K_1} \phi^{(l,j)} + \frac{1}{n_2 - 1} \sum_{l \in K_2} \phi^{(l,j)}.$$

Здесь при хорошей разделимости классов вторая (отрицательная) сумма будет по модулю больше первой (положительной) и суммарный потенциал будет отрицательным. В данном случае, если суммарный потенциал меньше нуля, то принимается решение об отнесении его к классу  $K_1$  и все такие решения будут ошибочными, поскольку по выражению проверяются лишь те экземпляры, которые по данным обучающего эксперимента принадлежат к классу  $K_2$ . Обозначим число таких ошибочных решений  $n(K_2/perm K_1)$ .

Проверка пригодности (экзамен) данных выражений для прогнозирования класса новых экземпляров, не использовавшихся в обучающем эксперименте, производится сравнением получившихся значений вероятностей ошибочных решений с допустимыми. Вероятности ошибочных решений вычисляются по результатам обучающего эксперимента и обучения.

В результате анализа математического аппарата данного метода был построен алгоритм работы программы, который представлен на рис. 1.

Для написания программы был выбран язык программирования высокого уровня – Object Pascal со средой разработки Borland Delphi 2005. Данный язык программирования удовлетворяет требованиям по точности ИП, легок по синтаксическим конструкциям, предназначен для разработки программного обеспечения для операционных систем типа Windows, которые наиболее распространены среди пользователей России.

При разработке пользовательского интерфейса были учтены требования простоты и эргономичности использования программы.

Программа состоит из трех модулей: Unit1.pas, Unit2.pas, Unit3.pas, реализующих соответственно три оконных диалога: форма запуска, функциональная форма, форма справки.

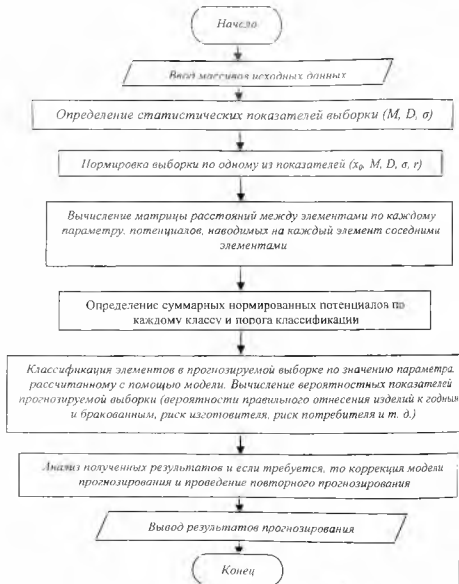


Рис 1. Структурная схема алгоритма работы программы

Краткие характеристики программы:

– интуитивно понятный интерфейс, отвечающий требованиям современных пользовательских программ;

– экспорт-импорт данных в файлы.

Функциональные возможности программы:

– чтение данных из файла, редактирование их;

– ручной ввод данных в программу, редактирование данных;

– нормировка по математическому ожиданию, дисперсии, центрирование и нормирование значений признаков;

– сохранение введенных данных в файл;

– расчет матрицы расстояний по признакам для различных экземпляров;

– расчет матрицы потенциалов по всем экземплярам;

– определение суммарного потенциала для всех экземпляров;

– задание количества пороговых значений с указанием их величины;

– классификация экземпляров в зависимости от порогового значения;

– расчет вероятностных показателей: риск потребителя, риск изготовителя, определение вероятности принятия ошибочного решения и других показателей;

– графическая интерпретация вероятностных характеристик в зависимости от уровня порога.

В модуле Unit1.pas представлены процедуры, отвечающие за формирование интерфейса окна запуска и его функциональность.

Модуль Unit2.pas предназначен для реализации алгоритма программы, представленного на рис. 1.

Модуль Unit3.pas предназначен для формирования информации справки.

Разработано подробное руководство пользователя.

Запуск программы осуществляется двойным кликом по файлу «MPF.exe». На экран монитора выводится диалоговое окно, представленное на рис. 2.

Форма имеет две кнопки: «Начать», вызывающая вкладку настройки расчетной формы программы, «Заккрыть», завершающая работу программы.

Настройка программы подразумевает выбор одного из двух режимов работы программы: «Ввод исходных данных» и «Тестовый режим».

Режим «Ввод исходных данных» подразумевает указание количества экземпляров и признаков выборки для проведения обучения, экзамена и прогнозирования; для корректной работы программы желательно указать не менее 10 пороговых значений.

В данном режиме работы имеются интерфейсы для задания значений порога и наименования информативных признаков.

Режим «Тестовый режим» предназначен для быстрого просмотра возможностей программы, в данном случае пользователю предоставляется выборка информативных параметров.

Вкладка настройки программы представлена на рис. 3.

Для перехода к вкладке ввода и редактирования данных необходимо нажать на кнопку «Ок», для выхода из программы – кнопку «Заккрыть».



Рис. 2. Диалоговое окно запуска программы

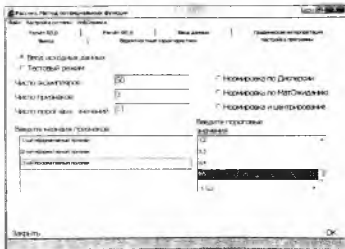


Рис. 3. Вкладка настройки расчетной формы программы



Ввод данных в программу может осуществляться как в ручную, так и чтением из файла, для этого предусмотрена процедура вызова стандартного диалога открытия (рис. 4).

После того, как выборка исходных данных сформирована, осуществляется расчет математического ожидания, дисперсии, среднеквадратичного отклонения, нормировка признаков, расчет матрицы расстояний между признаками, расчет матрицы потенциалов, определение суммарного потенциала, классификация каждого экземпляра по суммарному потенциалу относительно пороговых значений и расчет вероятностных характеристик с графической интерпретацией (рис. 5-10).

Принцип работы интуитивно понятен.

Разработанная программа предназначена для автоматизации процесса ИП МПФ, её использование возможно при проведении лабораторных работ по курсу «Управление качеством».



Рис 4. Диалог открытия выборки данных

Расчет. Метод потенциальных функций

Вариант: Расчет ПД,0

Характеристические характеристики: Расчет ПД,0

Настройка программы: Графическая интерпретация

Матрица	Дистанция	Нормировка	Таблица расстояний	0,5	0,4
1	1	1	1		
2	1	1	1		
3	1	1	1		
4	1	1	1		
5	1	1	1		
6	1	1	1		
7	1	1	1		
8	1	1	1		
9	1	1	1		
10	1	1	1		
11	1	1	1		
12	1	1	1		
13	1	1	1		
14	1	1	1		
15	1	1	1		
16	1	1	1		
17	1	1	1		
18	1	1	1		
19	1	1	1		
20	1	1	1		
21	1	1	1		
22	1	1	1		
23	1	1	1		
24	1	1	1		
25	1	1	1		
26	1	1	1		
27	1	1	1		
28	1	1	1		
29	1	1	1		
30	1	1	1		
31	1	1	1		
32	1	1	1		
33	1	1	1		
34	1	1	1		
35	1	1	1		
36	1	1	1		
37	1	1	1		
38	1	1	1		
39	1	1	1		
40	1	1	1		
41	1	1	1		
42	1	1	1		
43	1	1	1		
44	1	1	1		
45	1	1	1		
46	1	1	1		
47	1	1	1		
48	1	1	1		
49	1	1	1		
50	1	1	1		
51	1	1	1		
52	1	1	1		
53	1	1	1		
54	1	1	1		
55	1	1	1		
56	1	1	1		
57	1	1	1		
58	1	1	1		
59	1	1	1		
60	1	1	1		
61	1	1	1		
62	1	1	1		
63	1	1	1		
64	1	1	1		
65	1	1	1		
66	1	1	1		
67	1	1	1		
68	1	1	1		
69	1	1	1		
70	1	1	1		
71	1	1	1		
72	1	1	1		
73	1	1	1		
74	1	1	1		
75	1	1	1		
76	1	1	1		
77	1	1	1		
78	1	1	1		
79	1	1	1		
80	1	1	1		
81	1	1	1		
82	1	1	1		
83	1	1	1		
84	1	1	1		
85	1	1	1		
86	1	1	1		
87	1	1	1		
88	1	1	1		
89	1	1	1		
90	1	1	1		
91	1	1	1		
92	1	1	1		
93	1	1	1		
94	1	1	1		
95	1	1	1		
96	1	1	1		
97	1	1	1		
98	1	1	1		
99	1	1	1		
100	1	1	1		

Рис. 5. Расчет характеристик выборки

Расчет. Метод потенциальных функций

Вариант: Расчет ПД,0

Характеристические характеристики: Расчет ПД,0

Настройка программы: Графическая интерпретация

Матрица	Дистанция	Нормировка	Таблица расстояний	0,5	0,4
1	1	1	1		
2	1	1	1		
3	1	1	1		
4	1	1	1		
5	1	1	1		
6	1	1	1		
7	1	1	1		
8	1	1	1		
9	1	1	1		
10	1	1	1		
11	1	1	1		
12	1	1	1		
13	1	1	1		
14	1	1	1		
15	1	1	1		
16	1	1	1		
17	1	1	1		
18	1	1	1		
19	1	1	1		
20	1	1	1		
21	1	1	1		
22	1	1	1		
23	1	1	1		
24	1	1	1		
25	1	1	1		
26	1	1	1		
27	1	1	1		
28	1	1	1		
29	1	1	1		
30	1	1	1		
31	1	1	1		
32	1	1	1		
33	1	1	1		
34	1	1	1		
35	1	1	1		
36	1	1	1		
37	1	1	1		
38	1	1	1		
39	1	1	1		
40	1	1	1		
41	1	1	1		
42	1	1	1		
43	1	1	1		
44	1	1	1		
45	1	1	1		
46	1	1	1		
47	1	1	1		
48	1	1	1		
49	1	1	1		
50	1	1	1		
51	1	1	1		
52	1	1	1		
53	1	1	1		
54	1	1	1		
55	1	1	1		
56	1	1	1		
57	1	1	1		
58	1	1	1		
59	1	1	1		
60	1	1	1		
61	1	1	1		
62	1	1	1		
63	1	1	1		
64	1	1	1		
65	1	1	1		
66	1	1	1		
67	1	1	1		
68	1	1	1		
69	1	1	1		
70	1	1	1		
71	1	1	1		
72	1	1	1		
73	1	1	1		
74	1	1	1		
75	1	1	1		
76	1	1	1		
77	1	1	1		
78	1	1	1		
79	1	1	1		
80	1	1	1		
81	1	1	1		
82	1	1	1		
83	1	1	1		
84	1	1	1		
85	1	1	1		
86	1	1	1		
87	1	1	1		
88	1	1	1		
89	1	1	1		
90	1	1	1		
91	1	1	1		
92	1	1	1		
93	1	1	1		
94	1	1	1		
95	1	1	1		
96	1	1	1		
97	1	1	1		
98	1	1	1		
99	1	1	1		
100	1	1	1		

Рис. 6. Нормированные значения признаков

Расчет. Метод потенциалов функции

Файл Настройка системы Изд.Справка

Выход Расчет RL(0) Зеркальные характеристики Выход данных Настройка программы График-анализ-интерпретация

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	000
01		0,1174900	0,15719274	0,14573650	0,03978251	0,00908337	0,00019433	0,22129779	0,00253436	-0,004564
02	0,11249558		0,76919078	0,94799198	0,45189296	0,0464787	7,023714	0,70703237	0,52379689	-0,0052017
03	0,1371392	4- 7631402		-0,9798468	-0,7028796	-0,03137503	0,00019433	0,75816442	-0,00369317	-0,019388
04	0,14573650	-3,94799198	0,94799198		-0,25274888	-0,03019430	0,00019433	0,52391174	-0,00369317	-0,021704
05	0,03978251	-1,45189296	0,7028796	-0,7028796		-0,11329236	0,00200328	0,06622776	-0,00946028	-0,051452
06	0,00908337	0,00019433	0,00019433	0,00019433	-0,11329236		0,01319498	0,02277485	-0,00418077	-0,027802
07	0,00019433	-0,22129779	0,70703237	0,52391174	-0,03019430	-0,00019433		0,50452695	-0,00318775	-0,008922
08	0,22129779	-0,52379689	0,95616442	-0,02591174	-0,10662272	-0,02277485	0,50452695		-0,00467859	-0,014432
09	0,00253436	-0,00369317	0,00369317	-0,00369317	-0,00467859	-0,00418077	0,00318775	0,00467859		-0,37818
010	0,004564	0,0052017	0,019388	0,021704	0,051452	0,051452	0,07658375	0,00952267	0,01493870	-0,07261624
011	0,07658375	-0,00952267	0,07674285	0,53816932	-0,01317319	-0,00952267	0,02535386	0,25435442	-0,0051775	-0,030758
012	0,07309094	-0,1180027	0,18995274	-0,16483511	-0,03883158	0,00961191	0,00477627	0,25275301	-0,0145852	-0,04772
013	0,17856692	-0,01317319	0,9861985	-0,9860790	-0,17892314	0,02986175	0,11342822	0,55158420	-0,0145852	-0,018602
014	0,70219818	0,31107761	0,48943103	0,44290023	-0,07752373	0,01496883	0,99317360	0,9164000	-0,00346890	-0,029984
015	1,08292670	0,34796180	0,47987372	-0,69457376	-0,79088800	0,19886180	0,15849119	0,9882222	-0,00466444	-0,039022

Рис. 7. Матрица потенциалов

Расчет. Метод потенциалов функции

Файл Настройка системы Изд.Справка

Выход Расчет RL(0) Зеркальные характеристики Выход данных Настройка программы График-анализ-интерпретация

№п/№данные	Дистанция	Направление	Таблица расстояний	Таблица потенциалов	Суммарный потенциал	Классы			
1	0,5	-0,5	-0,3	-0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3
2	0,44016176	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0,00579671	1	1	1	1	2	2	2	2
4	0,05420667	1	1	1	1	1	1	1	2
5	0,20456789	1	1	2	2	2	2	2	2
6	0,21472116	1	1	1	1	1	1	1	2
7	0,12570979	1	1	1	1	1	1	2	2
8	0,01259952	1	1	1	1	1	1	1	4
9	0,76183620	1	1	1	1	1	1	1	4
10	0,01200167	1	1	1	1	1	2	2	7
11	0,09325267	1	1	1	1	1	2	2	2
12	0,17426603	1	1	1	1	1	1	1	7
13	0,43627192	1	1	1	1	1	1	1	7
14	0,26325734	1	1	1	1	1	1	1	7

Рис. 8. Расчет суммарного потенциала и классификация экземпляров по классам годности

РАСЧЕТ МЕТОДОМ ИТЕРАЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ

Имя: Настройка системы - ИМС.Панель

	Расчет ИСД					Вход данных			Графическая интерпретация		
	Выход	Вероятностные характеристики				Выход данных			Графическая интерпретация		
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	
И1	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
И2	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
И1(1)	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
И1(2)	0,7	0,6	0,5	0,0	0,0	2	2	2	8	18	
И2(1)	14	15	15	14	14	12	8	1	0,0	0,0	
И2(2)	0	1	1	2	3	3	18	15	16	15	
Результ	0,32	0,30(12)4(0,300(12)4(0,2)4(0,000000)0,24(0,000000)0,20(0,000000)0,15(0,000000)0,10(0,000000)0,05(0,000000)0,0									
Результ	0,0	0,10(0,000000)0,11(0,000000)0,12(0,000000)0,13(0,000000)0,14(0,000000)0,15(0,000000)0,16(0,000000)0,17(0,000000)0,18(0,000000)0,19(0,000000)0,20(0,000000)0,21(0,000000)0,22(0,000000)0,23(0,000000)0,24(0,000000)0,25(0,000000)0,26(0,000000)0,27(0,000000)0,28(0,000000)0,29(0,000000)0,30(0,000000)0,31(0,000000)0,32(0,000000)0,33(0,000000)0,34(0,000000)0,35(0,000000)0,36(0,000000)0,37(0,000000)0,38(0,000000)0,39(0,000000)0,40(0,000000)0,41(0,000000)0,42(0,000000)0,43(0,000000)0,44(0,000000)0,45(0,000000)0,46(0,000000)0,47(0,000000)0,48(0,000000)0,49(0,000000)0,50(0,000000)0,51(0,000000)0,52(0,000000)0,53(0,000000)0,54(0,000000)0,55(0,000000)0,56(0,000000)0,57(0,000000)0,58(0,000000)0,59(0,000000)0,60(0,000000)0,61(0,000000)0,62(0,000000)0,63(0,000000)0,64(0,000000)0,65(0,000000)0,66(0,000000)0,67(0,000000)0,68(0,000000)0,69(0,000000)0,70(0,000000)0,71(0,000000)0,72(0,000000)0,73(0,000000)0,74(0,000000)0,75(0,000000)0,76(0,000000)0,77(0,000000)0,78(0,000000)0,79(0,000000)0,80(0,000000)0,81(0,000000)0,82(0,000000)0,83(0,000000)0,84(0,000000)0,85(0,000000)0,86(0,000000)0,87(0,000000)0,88(0,000000)0,89(0,000000)0,90(0,000000)0,91(0,000000)0,92(0,000000)0,93(0,000000)0,94(0,000000)0,95(0,000000)0,96(0,000000)0,97(0,000000)0,98(0,000000)0,99(0,000000)1,00(0,000000)									
Результ	0,0	0,10(0,000000)0,11(0,000000)0,12(0,000000)0,13(0,000000)0,14(0,000000)0,15(0,000000)0,16(0,000000)0,17(0,000000)0,18(0,000000)0,19(0,000000)0,20(0,000000)0,21(0,000000)0,22(0,000000)0,23(0,000000)0,24(0,000000)0,25(0,000000)0,26(0,000000)0,27(0,000000)0,28(0,000000)0,29(0,000000)0,30(0,000000)0,31(0,000000)0,32(0,000000)0,33(0,000000)0,34(0,000000)0,35(0,000000)0,36(0,000000)0,37(0,000000)0,38(0,000000)0,39(0,000000)0,40(0,000000)0,41(0,000000)0,42(0,000000)0,43(0,000000)0,44(0,000000)0,45(0,000000)0,46(0,000000)0,47(0,000000)0,48(0,000000)0,49(0,000000)0,50(0,000000)0,51(0,000000)0,52(0,000000)0,53(0,000000)0,54(0,000000)0,55(0,000000)0,56(0,000000)0,57(0,000000)0,58(0,000000)0,59(0,000000)0,60(0,000000)0,61(0,000000)0,62(0,000000)0,63(0,000000)0,64(0,000000)0,65(0,000000)0,66(0,000000)0,67(0,000000)0,68(0,000000)0,69(0,000000)0,70(0,000000)0,71(0,000000)0,72(0,000000)0,73(0,000000)0,74(0,000000)0,75(0,000000)0,76(0,000000)0,77(0,000000)0,78(0,000000)0,79(0,000000)0,80(0,000000)0,81(0,000000)0,82(0,000000)0,83(0,000000)0,84(0,000000)0,85(0,000000)0,86(0,000000)0,87(0,000000)0,88(0,000000)0,89(0,000000)0,90(0,000000)0,91(0,000000)0,92(0,000000)0,93(0,000000)0,94(0,000000)0,95(0,000000)0,96(0,000000)0,97(0,000000)0,98(0,000000)0,99(0,000000)1,00(0,000000)									
Результ	0,0	0,10(0,000000)0,11(0,000000)0,12(0,000000)0,13(0,000000)0,14(0,000000)0,15(0,000000)0,16(0,000000)0,17(0,000000)0,18(0,000000)0,19(0,000000)0,20(0,000000)0,21(0,000000)0,22(0,000000)0,23(0,000000)0,24(0,000000)0,25(0,000000)0,26(0,000000)0,27(0,000000)0,28(0,000000)0,29(0,000000)0,30(0,000000)0,31(0,000000)0,32(0,000000)0,33(0,000000)0,34(0,000000)0,35(0,000000)0,36(0,000000)0,37(0,000000)0,38(0,000000)0,39(0,000000)0,40(0,000000)0,41(0,000000)0,42(0,000000)0,43(0,000000)0,44(0,000000)0,45(0,000000)0,46(0,000000)0,47(0,000000)0,48(0,000000)0,49(0,000000)0,50(0,000000)0,51(0,000000)0,52(0,000000)0,53(0,000000)0,54(0,000000)0,55(0,000000)0,56(0,000000)0,57(0,000000)0,58(0,000000)0,59(0,000000)0,60(0,000000)0,61(0,000000)0,62(0,000000)0,63(0,000000)0,64(0,000000)0,65(0,000000)0,66(0,000000)0,67(0,000000)0,68(0,000000)0,69(0,000000)0,70(0,000000)0,71(0,000000)0,72(0,000000)0,73(0,000000)0,74(0,000000)0,75(0,000000)0,76(0,000000)0,77(0,000000)0,78(0,000000)0,79(0,000000)0,80(0,000000)0,81(0,000000)0,82(0,000000)0,83(0,000000)0,84(0,000000)0,85(0,000000)0,86(0,000000)0,87(0,000000)0,88(0,000000)0,89(0,000000)0,90(0,000000)0,91(0,000000)0,92(0,000000)0,93(0,000000)0,94(0,000000)0,95(0,000000)0,96(0,000000)0,97(0,000000)0,98(0,000000)0,99(0,000000)1,00(0,000000)									

Рис. 9. Вероятностные характеристики

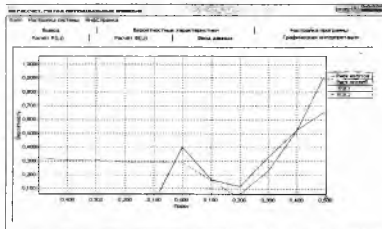


Рис. 10. Графическая интерпретация

### Список использованных источников

1. Пиганов М.Н. Индивидуальное прогнозирование показателей качества элементов и компонентов микросборок. – М.: Новые технологии, 2002. – 267 с.
2. Пиганов М.Н., Тюлекин С.В. Прогнозирование надежности радиоэлектронных средств // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия «Информатика. Телекоммуникации. Управление». – СПб., 2009, вып. 1. – С. 175-182.