

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

В статье рассмотрена возможность оценки качества параметров программных средств (ПС) на основе положений стандарта (ГОСТ 28195-89), метода принятия решений в условиях наличия информации, не имеющей определенного характера, и нейронных сетей.

Основная задача данной работы связана с демонстрацией возможности использования нейронных сетей и метода принятия решения для оценки качества параметров программных средств.

Ключевые слова: *качество программных средств, нейронные сети, метод принятия решения.*

Анализ исследований

Качество программных средств (ПС) – характеристика ПС как степени его соответствия требованиям. Чаще всего для трактовки качества ПС используется определение ISO 9001, согласно которому качество есть «степень соответствия присущих характеристик требованиям». Качество кода может определяться различными критериями. Многие из имеющихся стандартов оформления кода, определяющих специфичные для используемого языка соглашения и задающие ряд правил, улучшающих читаемость кода, имеют своей целью облегчить будущее сопровождение ПС, включающее отладку и обновление. Существуют и другие критерии, определяющие, «хорошо» ли написан код, например, такие, как структурированность – степень логического разбиения кода на ряд управляемых блоков. Быстрое увеличение сложности и размеров современных комплексов программ при одновременном росте ответственности выполняемых функций резко повысило требования со стороны заказчиков и пользователей к их качеству и безопасности применения. Испытанным средством обеспечения высокой эффективности и качества функционирования программ и программных комплексов являются международные стандарты. По мере расширения применения и увеличения сложности информационных систем выделились области, в которых ошибки или недостаточное качество программ либо данных могут нанести ущерб, значительно превышающий положительный эффект от их использования. Во многих случаях контракты и предварительные планы на создание сложных программных средств и баз данных для информационных систем подготавливаются и оцениваются не квалифицированно, на основе неформализованных представлений заказчиков и разработчиков о требуемых функциях и характеристиках качества информационных систем. Значительные системные ошибки при определении требуемых показателей качества, оценке трудоемкости, стоимости и длительности создания программных средств – явление достаточно массовое. Многие информационные системы не способны выполнять полностью требуемые функциональные задачи с гарантированным качеством, и их приходится долго и иногда безуспешно дорабатывать для достижения необходимого качества и надежности функционирования, затрачивая дополнительно большие средства и время. В результате часто проекты информационных систем не соответствуют исходному, декларированному назначению и требованиям к характеристикам качества, не укладываются в графики и бюджет разработки.

Стандартизація характеристик якості

В технічних завданнях і реалізованих проєктах інформаційних систем часто обходяться мовчанням або недостатньо формалізуються свідчення про поняттях і значеннях якості програмного продукту, про те, якими характеристиками вони описуються, як їх слід виміряти і порівнювати з вимогами, відображеними в контракті, технічному завданні або специфікаціях. Крім того, деякі з характеристик часто відсутні в вимогах на програмні засоби, що призводить до довільного їх урахування або пропуску при випробуваннях. Невідома декларація в документах понять і вимаганих значень характеристик якості програмних засобів викликає конфлікти між замовниками-користувачами і розробниками-постачальниками через різну трактування одних і тих же характеристик. У зв'язі з цим стратегічною задачею в життєвому циклі сучасних інформаційних систем стало забезпечення вимаганого якості програмних засобів і баз даних. За останні кілька років створено багато міжнародних стандартів, регламентують процеси і продукти життєвого циклу програмних засобів і баз даних. Використання цих стандартів може слугувати основою для систем забезпечення якості програмних засобів. Однією з найважливіших проблем забезпечення якості програмних засобів є формалізація характеристик якості і методологія їх оцінки. Для визначення адекватності якості функціонування, наявності технічних можливостей програмних засобів до взаємодії, вдосконаленню і розвитку, необхідно використовувати стандарти в області оцінки характеристик їх якості. Основоположним регламентування показників якості програмних засобів раніше був міжнародний стандарт ISO 9126:1991 (ГОСТ Р ІСО / МЭК 9126-93). У цій роботі регламентуючим документом, визначає основні етапи оцінки якості програмних засобів, є ГОСТ 28195-89.

Вибір показників якості

Вихідними даними і найвищим пріоритетом при виборі показників якості в більшості випадків є призначення, функції і функціональна придатність відповідного програмного засоби. Процеси вибору і встановлення метрик і шкал для описання характеристик якості програмних засобів можна розділити на два етапи:

- вибір і обґрунтування набору вихідних даних, що відображають загальні особливості і етапи життєвого циклу проєкта програмного засоби і його користувачів, кожен з яких впливає на певні характеристики якості комплексу програм;
- вибір, встановлення і затвердження конкретних метрик і шкал вимірювання характеристик і атрибутів якості проєкта для їх послідовної оцінки і порівняння з вимогами специфікацій в процесі кваліфікаційних випробувань або сертифікації на певних етапах життєвого циклу програмного засоби.

На першому етапі за основу слід брати всю базову номенклатуру характеристик, субхарактеристик і атрибутів, стандартизованих в ISO 9126, ГОСТ 28195-89. Їх описання бажано попередньо упорядочити за пріоритетами з урахуванням призначення і сфери застосування конкретного проєкта програмного засоби. Далі необхідно виділити і ранжувати за пріоритетами користувачів, яким потрібні певні показники якості проєкта програмного засоби з

учетом их специализации и профессиональных интересов. Подготовка исходных данных завершается выделением номенклатуры базовых, приоритетных показателей качества, определяющих функциональную пригодность программного средства для определенных потребителей.

На втором этапе, после фиксации исходных данных, которое должен выполнить потребитель оценок качества, процессы выбора номенклатуры и метрик начинаются с ранжирования характеристик и субхарактеристик для конкретного проекта и их потребителя. Далее этими специалистами для каждого из отобранных показателей должна быть установлена и согласована метрика и шкала оценок субхарактеристик и их атрибутов для проекта и потребителя результатов анализа.

Оценка качества

Методологии и стандартизации оценки характеристик качества готовых программных средств и их компонентов (программного продукта) на различных этапах жизненного цикла посвящен международный стандарт ISO 14598, состоящий из шести частей, а также ГОСТ оценки качества программных средств (ГОСТ 28195-89). Рекомендуются следующая общая схема процессов оценки характеристик качества программ:

- установка исходных требований для оценки – определение целей испытаний, идентификация типа метрик программного средства, выделение адекватных показателей и требуемых значений атрибутов качества;
- селекция метрик качества, установление рейтингов и уровней приоритета метрик субхарактеристик и атрибутов, выделение критериев для проведения экспертиз и измерений;
- планирование и проектирование процессов оценки характеристик и атрибутов качества в жизненном цикле программного средства;
- выполнение измерений для оценки, сравнение результатов с критериями и требованиями, обобщение и оценка результатов.

Для каждой характеристики качества рекомендуется формировать меры и шкалу измерений с выделением требуемых, допустимых и неудовлетворительных значений.

Методы определения показателей качества ПС различаются:

- по способам получения информации о ПС: измерительный, регистрационный, органолептический, расчетный;
- по источникам получения информации: традиционный, экспертный, социологический.

При подготовке исходных данных для формирования меры и шкалы измерений в данном случае используется расчетный метод. Расчетный метод основан на использовании теоретических и эмпирических зависимостей (на ранних стадиях разработки), статистических данных, накапливаемых при испытаниях, эксплуатации и сопровождении ПС. При помощи расчетного метода определяются длительность и точность вычислений, время реакции, необходимые ресурсы.

Оценки качества ПС

Оценка качества ПС проводится по фазам жизненного цикла (ГОСТ 28195-89, табл. 1) и включает выбор номенклатуры показателей, их оценку и сопоставление значений показателей, полученных в результате сравнения с базовыми значениями.

Показатели качества объединены в систему из четырех уровней. Каждый вышестоящий уровень содержит в качестве составляющих показатели нижестоящих

уровней. Допускается вводить дополнительные показатели на каждом из уровней.

Для обеспечения возможности получения интегральной оценки по группам показателей качества используют факторы качества (1-й уровень): надежность ПС, сопровождаемость, удобство применения, эффективность, универсальность (гибкость) и корректность.

Каждому фактору качества соответствует определенный набор критериев качества (комплексные показатели – 2-й уровень): устойчивость функционирования, работоспособность, структурность, простота конструкции, наглядность, повторяемость, легкость освоения и др.

Критерии качества определяются одной или несколькими метриками (3-й уровень). Метрики состоят из оценочных элементов (единичных показателей – 4-й уровень), определяющих заданное в метрике свойство. Число оценочных элементов, входящих в метрику не ограничено. Пример взаимосвязи факторов, критериев и метрик с фазами жизненного цикла ПС приведен на рис.1 (см. ГОСТ 28195-89, рис. 1-9).

В процессе оценки качества ПС на каждом уровне (кроме уровня оценочных элементов) производятся вычисления показателей качества ПС, т.е. определение количественных значений абсолютных показателей (P_{ij} , где j -порядковый номер показателя данного уровня для i -го показателя вышестоящего уровня) и относительных показателей (K_{ij}), являющихся функцией показателя P_{ij} и базового показателя $p_{ij}^{баз}$.

Каждый показатель качества 2-го и 3-го уровней характеризуется двумя числовыми параметрами – количественным значением и весовыми коэффициентами (V_{ij}). Общая оценка качества ПС формируется экспертами на основании набора полученных значений оценок фактора качества. При оценке качества ПС методом экспертного опроса составляется таблица значений базовых показателей качества ПС.

Определение усредненной оценки (m_{kq}) оценочного элемента по нескольким его значениям (m_s) проводится по формуле:

$$m_{kq} = \frac{\sum_{s=1}^t m_s}{t},$$

где t – число значений ОЭ (оценочных элементов); k – порядковый номер метрики; q – порядковый номер ОЭ.

Итоговая оценка k -й метрики j -го критерия определяется по формуле:

$$P_{jk}^M = \frac{\sum_{t=1}^Q m_{kq}}{Q},$$

где Q – число ОЭ в k -метрике.

Абсолютные показатели критериев i -го фактора качества определяется по формуле:

$$P_{ij} = \sum_{k=1}^n (P_{jk}^M \cdot V_{jk}^M),$$

где n – число метрик, относящихся к j -му критерию.

Относительный показатель j -го критерия i -го фактора качества вычисляется по формуле:

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{ij}^{баз}}$$

Фактор качества (K_i^ϕ) вычисляется по формуле:

$$K_i^\phi = \sum_{j=1}^N (K_{ij} \cdot V_{ij}^k),$$

где N – число критериев качества, относящихся к i -му фактору.

Качество ПС определяется путем сравнения полученных расчетных значений показателей с соответствующими базовыми значениями показателей существующего аналога или расчетного ПС, принимаемого за эталонный образец.

Ниже рассматривается пример оценки надежности ПС, в соответствии с ГОСТ 28195-89. Показан пример обработки экспертных значений базовых показателей фактора качества. Фактор качества охватывает и интегрирует все показатели качества нижних уровней, которые относятся к нему. Показателями нижнего уровня представляют собой оценочные элементы, которые отображают в количественном и качественном выражении определенные свойства ПС. На рис.1-3 представлены модели оценки надежности ПС на следующих этапах анализа жизненного цикла ПС: анализа; проектирования; тестирования, реализации, изготовления и сопровождения.



Рис.1 Взаимосвязь факторов, критериев и метрик фазы анализа качества ПС.

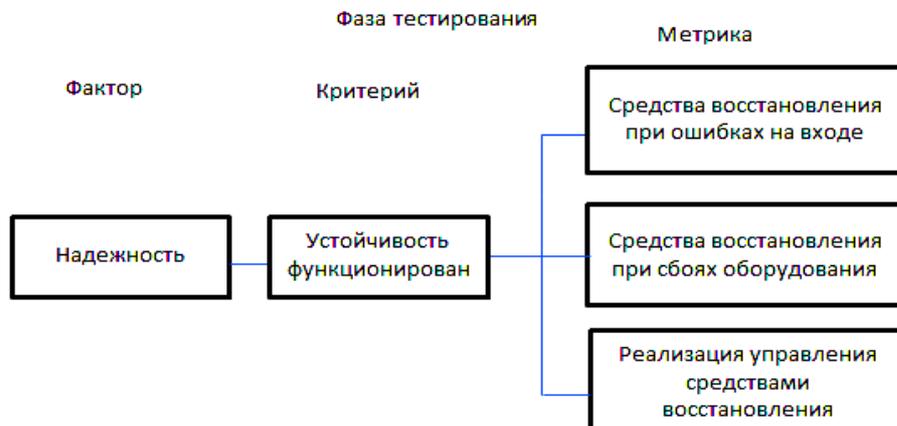


Рис.2 Взаимосвязь факторов, критериев и метрик фазы тестирования качества ПС.

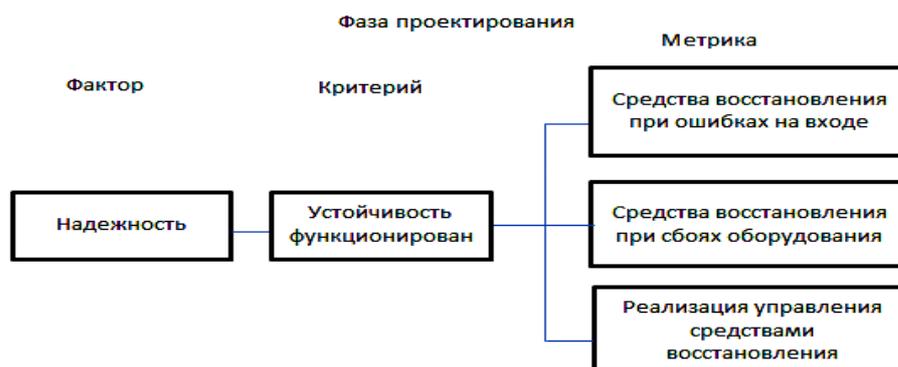


Рис.3 Взаимосвязь факторов, критериев и метрик фазы проектирования качества ПС.

Выбор оценочных элементов зависит от функционального назначения ПС и определяется с учетом данных, полученных при проведении испытаний различных видов, а также результатов эксплуатации ПС. В соответствии со списком оценочных элементов, приведенных в ГОСТ 2895-89 (табл.5) в данном случае выбирается 10 оценочных элементов (Н0101-Н0110), которые определяют первую метрику и соответственно 5 оценочных элементов (Н0201-Н0205), определяющих вторую метрику (табл.1). Представленные в таблице 2 данные получены на основе соотношений, рекомендованных в стандарте оценки качества ПС. В стандарте отмечается, что необходимые данные формируются путем использования экспертного метода, поэтому качество показателя определяется как усредненная оценка экспертных высказываний.

Таблица 1
Показатели оценочных элементов, сформированные на основе экспертных высказываний

| 1 | Эксперт | Н0101 | Н0102 | Н0103 | Н0104 | Н0105 | Н0106 | Н0107 | Н0108 | Н0109 | Н0110 | Н0201 | Н0202 | Н0203 | Н0204 | Н0205 |
|---|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | №1 | 0,2 | 0,8 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 1 | 0,2 | 0 | 1 | 0,9 | 0,6 |
| 3 | №2 | 0,3 | 0,5 | 0 | 0,1 | 0,8 | 0 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,8 | 0,3 | 0,2 | 1 | 0,8 | 0,7 |
| 4 | №3 | 0,1 | 0,6 | 0 | 0 | 1 | 0,2 | 0,7 | 0,7 | 0,3 | 1 | 0,4 | 0 | 0,9 | 1 | 0,5 |
| 5 | №4 | 0,3 | 0,6 | 0,1 | 0 | 0,8 | 0 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 0,2 | 0 | 1 | 0,8 | 0,5 |
| 6 | №5 | 0,1 | 0,5 | 0 | 0,1 | 0,9 | 0 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,9 | 0,4 | 0,1 | 0,6 | 1 | 0,7 |
| 7 | Усреднена | 0,2 | 0,6 | 0,02 | 0,04 | 0,9 | 0,04 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,9 | 0,3 | 0,06 | 0,9 | 0,9 | 0,6 |

Итоговая оценка по первой метрике является средним значением оценочных элементов (Н0101-Н0110) и составляет:

$$P_{11}^M = \frac{0,2 + 0,6 + 0 + 0 + 0,9 + 0 + 0,6 + 0,5 + 0,4 + 0,9 + 0,3 + 0 + 0,9 + 0,6}{10} = 0,41.$$

Итоговая оценка по второй метрике является средним значением оценочных элементов (Н0201-Н0205), и составляет:

$$P_{12}^M = \frac{0,3 + 0 + 0,9 + 0,9 + 0,6}{5} = \frac{2,7}{5} = 0,54.$$

В примере весомость коэффициентов первой и второй метрик одинакова и

составляет:

$$V_{11}^M = V_{12}^M \frac{1}{\text{количество метрик}} = 0,5.$$

Поскольку в данном случае фактор надежности объединяет только один критерий, то итоговая оценка фактора надежности будет равна:

$$R_1^F = V_{11}^M \cdot P_{11}^M + V_{12}^M \cdot P_{12}^M = (0,41 \cdot 0,5) + (0,54 \cdot 0,5) = 0,475.$$

В таблице 2 представлен результат формирования и представления в табличном виде показателя фактора надежности ПС на основании эталонных экспертных значений оценочных элементов для последующей обработки данных нейронной сетью.

Таблица 2

Значения оценочных элементов и фактора надежность

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1 | H0101 | H0102 | H0103 | H0104 | H0105 | H0106 | H0107 | H0108 | H0109 | H0110 | H0201 | H0202 | H0203 | H0204 | H0205 | Фактор |
| 2 | 0,2 | 0,6 | 0 | 0 | 0,9 | 0 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,9 | 0,3 | 0 | 0,9 | 0,9 | 0,6 | 0,475 |

Рассмотренный пример показывает, что на основе эталонных значений множества оценочных элементов можно определить соответствующее им значение фактора надежности ПС.

Формирование показателей оценочных элементов на основе аппарата нечеткой логики

Использование нечеткой логики в сочетании с основными положениями экспертного метода дает возможность формировать численные значения оценочных элементов и последующего определения значений факторов качества ПС.

Использование аппарата нечеткой логики позволяет повысить эффективность экспертных методов путем предоставления экспертам возможности формирования высказываний о величинах значений оценочных элементов метрик ПС в некотором диапазоне альтернативных величин. Рассмотрим основные положения аппарата нечеткой логики с точки зрения его применимости при формировании значений параметров оценочных элементов ПС.

Основными элементами теории нечеткой логики являются понятия расплывчатой цели, расплывчатого ограничения и расплывчатого решения. Расплывчатая цель отождествляется с фиксированным расплывчатым множеством в соответствующем пространстве.

При использовании данного аппарата в качестве решения задачи выступает некоторое расплывчатое множество, определяемое как пересечение расплывчатых целей и расплывчатых ограничений, высказанных группой экспертов. Это решение может рассматриваться как нечетко сформулированная инструкция, причем диапазон интервала расплывчатого решения может служить мерой степени согласования мнений экспертов.

На основе аппарата теории нечетких множеств разработана процедура принятия решений в расплывчатых условиях, которая может быть использована для определения значений оценочных элементов ПС.

Формальное описание метода принятия решения в условиях неопределенности

можно найти в [1]. Важнейшим компонентом этого метода является представление расплывчатых целей $G_i (i = \overline{1, n})$ и расплывчатых ограничений $G_j (j = \overline{1, n})$, как расплывчатых множеств в пространстве альтернатив X с функциями принадлежности $\mu_{G_i}(x)$ и $\mu_{C_j}(x)$, соответственно. При этом подходе под решением понимается расплывчатое множество вида:

$$D = G_1 \cap G_2 \cap \dots \cap G_n \cap C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_m,$$

функция принадлежности которого определяется соотношением:

$$\mu_D(x) = \mu_{G_1}(x) \wedge \mu_{G_2}(x) \wedge \dots \wedge \mu_{G_n}(x) \wedge \mu_{C_1}(x) \wedge \mu_{C_2}(x) \wedge \dots \wedge \mu_{C_m}(x) \quad (1)$$

Оптимальное решение, если оно существует, определяется как субнормальное подмножество $D^m \subset D$, задаваемое условием:

$$\mu_D(x) = \begin{cases} \max \mu_D(x) & \text{для } x \in k; \\ 0 & \text{для } x \in k, \end{cases}$$

где k – множество тех точек в пространстве альтернатив X , для которых $\mu_D(x)$ функция имеет максимальное значение.

Если не все входящее в множество D цели и ограничения одинаково важны, то следует ввести весовые коэффициенты, характеризующие относительную важность различных целей и ограничений (оценочных элементов), тогда для функция принадлежности $\mu_D(x)$ вместо соотношения (1) следует писать:

$$\mu_D(x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i(x) \mu_{G_i}(x) + \sum_{j=1}^m \beta_j(x) \mu_{C_j}(x), \quad (2)$$

где α_i и β_j – весовые коэффициенты функций принадлежности.

Разработанная процедура принятия решений в расплывчатых условиях для формирования значений оценочных элементов включает следующие этапы:

1. Формирование набора лингвистических переменных для описания набора факторов оценки качества ПС.
2. Формирование термов – множеств названий лингвистических переменных, описывающих диапазоны изменения целей и ограничений оценочных элементов факторов оценки ПС.
3. Оценка функций принадлежности численных значений лингвистических переменных, определяющих субъективное мнение экспертов о величине оценочного элемента той или иной метрики.
4. Принятие решения о величине численного значения метрики исследуемого фактора на основании результатов обработки высказываний экспертов.

Рассмотренный метод обработки экспертных высказываний с использованием аппарата нечёткой логики позволяет принимать решение о значениях оценочных элементов ПС в случае, когда отсутствует возможность получить достоверную информацию о показателях оценочных элементов исследуемых факторов ПС.

Порядок и рекомендации по использованию нейронных сетей при оценке качества ПС

На первом этапе использования нейронных сетей пакета «Статистика» осуществляется выбор и расчёт оценочных факторов, а также подготовка необходимых таблиц, содержащих эталонные значения элементов оценочных факторов. При этом рекомендуется представить шкалу измерений в виде нескольких диапазонов, предусмотрев нужное количество столбцов в таблицах, которые будут необходимы для содержания данных в процессе обучения нейронной сети и формирования ответов в тестовых таблицах.

Рассмотрим основные этапы обучения и тестирования ПС с помощью нейронной системы на основании эталонных экспертных и тестовых данных оценочных элементов стандарта (ГОСТ 28195-89).

Основные этапы обучения и тестирования ПС с помощью нейронной системы предполагают выполнение следующих этапов:

- выбор оценочных элементов метрик стандарта качества ПС;
- определение диапазонов значений оценочных элементов (0-1), например:
0-0.33-Результат «Незадовільно»,
0.34-0.66-Результат «Задовільно»,
0.67-0.79- Результат «Добре»,
0.8-1- Результат «Відмінно»;
- формирование входных данных на основе оценочных элементов;
- обучение и тестирование нейронной сети на основании эталонных и тестовых данных оценочных элементов стандарта качества ПС.

На первом этапе создаём необходимые таблицы, в которые заносятся значения выбранных оценочных элементов (рис. 4).

| Data: Дані для Сеть2(1) (5v by 20c) | | | | |
|-------------------------------------|------------|------------|------------|----------------|
| | 2 H0102 | 3 H0104 | 4 H0110 | 5 Результат |
| 1 | 0,60 | 0,00 | 0,90 | Задовільно |
| 2 | 0,10 | 0,70 | 0,10 | Задовільно |
| 3 | 0,30 | 0,10 | 0,40 | Незадовільно |
| 4 | 1,00 | 0,80 | 0,70 | Відмінно |
| 5 | 0,40 | 0,70 | 0,50 | Задовільно |
| 6 | 0,80 | 0,60 | 0,10 | Добре |
| 7 | 0,90 | 0,60 | 0,60 | Добре |
| 8 | 0,80 | 0,20 | 0,10 | Задовільно |
| 9 | 0,20 | 0,70 | 0,70 | Задовільно |
| 10 | 0,20 | 0,40 | 0,40 | Незадовільно |
| 11 | 0,10 | 0,70 | 0,30 | Задовільно |
| 12 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | Відмінно |
| 13 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | Незадовільно |
| 14 | 0,20 | 0,90 | 0,20 | Задовільно |
| 15 | 0,70 | 0,20 | 0,10 | Задовільно |
| 16 | 0,70 | 0,70 | 0,50 | Добре |
| 17 | 0,90 | 1,00 | 0,80 | Відмінно |
| 18 | 0,40 | 0,70 | 0,20 | Задовільно |
| 19 | 0,50 | 0,90 | 0,00 | Добре |
| 20 | 0,30 | 0,30 | 0,00 | Незадовільно |

| Data: Дані для Сеть3 (5v by 20c) | | | | | |
|----------------------------------|---------------|------------|------------|------------|----------------|
| | 1 Програми | 2 H0102 | 3 H0104 | 4 H0110 | 5 Результат |
| 1 | MatLab | 0,00 | 0,90 | 0,60 | Задовільно |
| 2 | MatLab | 0,70 | 0,10 | 0,10 | Задовільно |
| 3 | MatLab | 0,10 | 0,30 | 0,40 | Незадовільно |
| 4 | MatLab | 0,80 | 0,70 | 1,00 | Відмінно |
| 5 | MatLab | 0,70 | 0,50 | 0,40 | Задовільно |
| 6 | MatLab | 0,10 | 0,80 | 0,70 | Добре |
| 7 | MatLab | 0,60 | 0,90 | 0,60 | Добре |
| 8 | MatLab | 0,20 | 0,10 | 0,80 | Задовільно |
| 9 | MatLab | 0,70 | 0,70 | 0,20 | Задовільно |
| 10 | MatLab | 0,40 | 0,40 | 0,20 | Незадовільно |
| 11 | Statistica | 0,30 | 0,10 | 0,70 | Задовільно |
| 12 | Statistica | 0,90 | 0,70 | 0,80 | Відмінно |
| 13 | Statistica | 0,20 | 0,20 | 0,20 | Незадовільно |
| 14 | Statistica | 0,90 | 0,20 | 0,20 | Задовільно |
| 15 | Statistica | 0,10 | 0,70 | 0,20 | Задовільно |
| 16 | Statistica | 0,50 | 0,70 | 0,70 | Добре |
| 17 | Statistica | 1,00 | 0,80 | 0,90 | Відмінно |
| 18 | Statistica | 0,20 | 0,40 | 0,70 | Задовільно |
| 19 | Statistica | 0,00 | 0,50 | 0,90 | Добре |
| 20 | Statistica | 0,00 | 0,30 | 0,30 | Незадовільно |

Рис. 4 Входные данные для нейронных сетей

Подготовленные таблицы дают возможность перейти к созданию и последующему обучению нейронных сетей в целях оценки качества разработки ПС. Для этого в пакете используется вкладка «Статистика → Нейронные». В диалоговом окне «Нейронные сети» (Neural Networks) определяется тип задачи, переменные, которые используются в обучении нейронных систем и инструмент, используемый

системой для обучения сети. В данном случае сеть должна определить к какому из четырёх интервалов относятся значения («Незадовільно», «Задовільно», «Добре», «Відмінно»), и выбирается тип задачи «Классификация» (Classification).

На рис. 5 представлено окно, в котором определены переменные, необходимые для формирования нейронной сети.

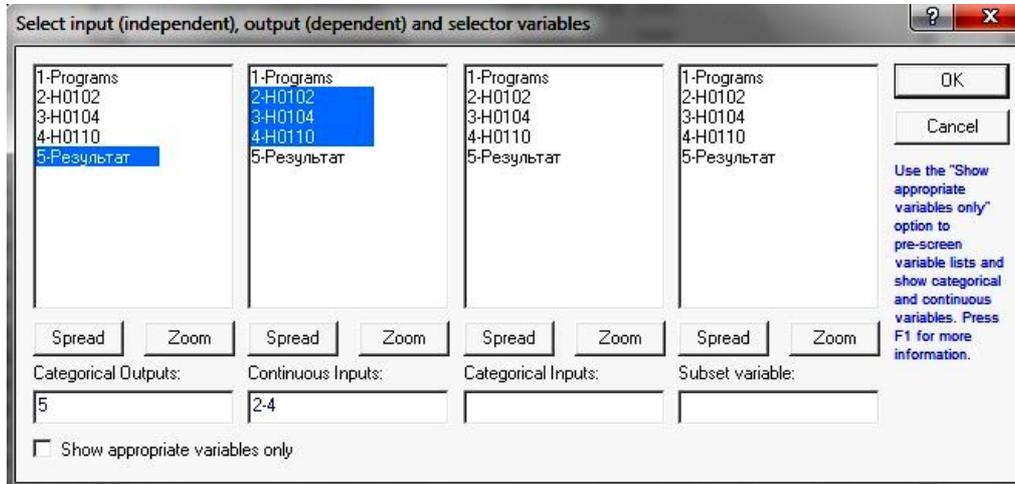


Рис. 5 Окно выбора переменных для нейронной сети

После определения типа задач и переменных, которые необходимы для построения и обучения сети рассматриваются варианты решения задачи обучения сети. Система предлагает два варианта построения сети: «Мастер решений» (IntelligentProblemSolver) и «Конструктор» (Constructor). В диалоговом окне (рис.6) задаются параметры для нейронной сети, Для данного типа задачи используется многослойный персептрон, а именно четырехслойный и трехслойный персептрон (TreelayerandFourlayerPerceptron). Выбравши «Тип сети» и вкладку «Границы» (Thresholds) задаётся правило, которое обеспечивает отбор данных и присвоение их одному из сформированных классов из интервала 0-1. Архитектура и сложность нейронной сети формируется системой на основе заданных максимальных и минимальных значений нейронов в промежуточных слоях при этом программа построит сети в заданных интервалах (рис.6).

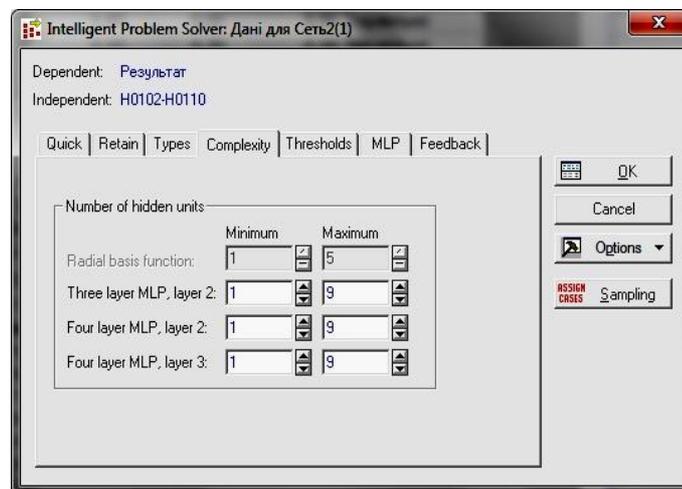


Рис. 6 Вкладка «Сложность» («Complexity») мастера решений

Введення необхідних параметрів дає можливість перейти к обучению нейронной сети. На рис.7 представлены результаты, характеризующие обученную сеть (сеть 32 имеет наилучшие показатели).

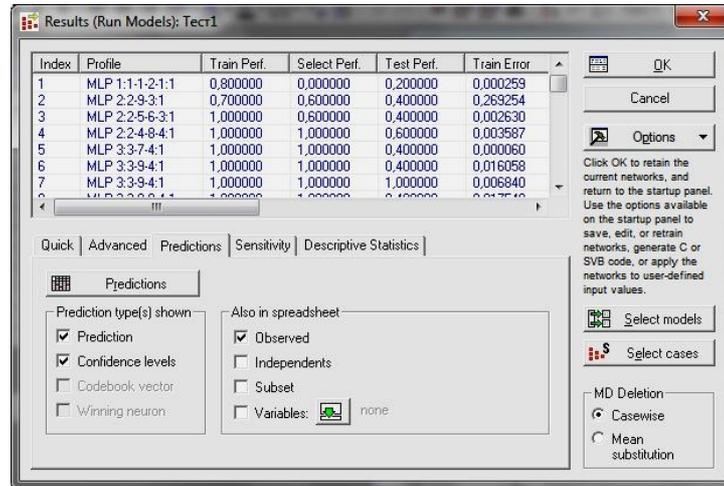


Рис.7. Результаты, характеризующие обученную нейронную сеть

Используя вкладку «Дополнительно» («Advanced») можно увидеть архитектуру нейронной сети. На рис. 8 приведены данные, характеризующие результаты тестовой проверки обученной нейронной сети.

Рис.8 Результаты тестовой проверки нейронной сети

Для проверки полученных результатов запускается модель обученной сети и выполняется проверка сети на основании тестовых данных оценочных элементов исследуемого ПС. При этом используется кнопка «Прогноз» (Predictions) (рис. 9).

| Результат | Результат.32 | Результат.Задовільно.32 | Результат.Незадовільно.32 | Результат.Відмінно.32 | Результат.Добре.32 |
|--------------|--------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|
| Задовільно | Незадовільно | 0,005133 | 0,994826 | 0,000000 | 0,000040 |
| Добре | Добре | 0,000110 | 0,000004 | 0,000091 | 0,999794 |
| Відмінно | Відмінно | 0,000269 | 0,000000 | 0,998346 | 0,001385 |
| Незадовільно | Добре | 0,000027 | 0,000000 | 0,000011 | 0,999961 |
| Добре | Відмінно | 0,001189 | 0,000001 | 0,998569 | 0,000241 |
| Незадовільно | Задовільно | 0,999791 | 0,000147 | 0,000000 | 0,000062 |
| Незадовільно | Незадовільно | 0,000007 | 0,999993 | 0,000000 | 0,000000 |
| Відмінно | Добре | 0,000049 | 0,000000 | 0,000031 | 0,999920 |
| Добре | Задовільно | 0,999648 | 0,000114 | 0,000000 | 0,000238 |
| Відмінно | Задовільно | 0,999600 | 0,000250 | 0,000000 | 0,000150 |

Рис. 9 Результаты проверки нейронной сети

Столбец «Результат 32» содержит данные, характеризующие обученную нейронную сеть. Анализ данных показал, что получены достаточно корректные результаты, позволяющие оценить уровень разработки исследуемых ПС.

Выводы

Предлагаемый подход оценки качества программных средств, использующий основные положения стандарта (ГОСТ 28195-89), методику определения значений оценочных элементов метрик на основе аппарата нечёткой логики, систему нейронной сети может быть использован для оценки качества ПС.

Литература

1. ГОСТ 28195-89. Государственный стандарт СССР. Оценка качества программных средств. – Москва, 1989.
2. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.: ил.
3. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976.
4. А. Кофман. Введение в теорию нечетких множеств. – М.: Радио и связь, 1982.

Стаття надійшла 14 . 11 . 2014
Прийнято до друку 25 . 11 . 2014

Анотація

Клюєв Є.І., Грінєнко О.О.

Про один підхід оцінки якості програмних засобів

У статті розглянута можливість оцінки якості параметрів програмних засобів (ПЗ) на основі положень стандарту (Гост 28195-89), методу прийняття рішень в умовах наявності інформації, що не має певного характеру, і нейронних мереж.

Основне завдання даної роботи пов'язане з демонстрацією можливості використання нейронних мереж і методу прийняття рішення для оцінки якості параметрів програмних засобів, а також розглянуті основні положення стандарту (ГОСТ 28195-89) оцінки якості ПЗ, номенклатуру показників якості та основні положення методики оцінки якості ПЗ. Практично показана можливість використання пакета «Статистика» для оцінки якості параметрів ПЗ за допомогою нейронних мереж на основі вміння використовувати експертні та розрахункові методи оцінки якості ПЗ та знаходження загальної оцінки якості ПЗ по набору отриманих оцінок факторів якості.

Ключові слова: *якість програмних засобів; нейронні мережі; метод прийняття рішення.*

Summary

Klyuev E.I., Grinenko O.O.

An approach of software quality assessment

The article discusses the possibility of assessing the quality parameters of the software on the basis of the provisions of the standard (GOST 28195-89), the method of decision-making in the

presence of information that does not have a certain character, and neural networks.

The main objective of this work is related to the demonstration of the possibility of using neural networks and decision-making methods for evaluating the quality parameters of the software, and describes the main provisions of the standard (GOST 28195-89) for evaluating software quality, range of quality indicators and guidelines methodology for assessing software quality. Almost the possibility of using the package "Statistica" to assess the quality parameters of software using neural networks based on the ability to use expert and calculation methods for assessing software quality and overall assessment of the software quality on a set of obtained estimates of factors.

Key words: *software quality; neural networks; decision-making methods.*