

ЯКІСТЬ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

УДК 004.055 + 004.5

Клюев Е.И., Гриненко Е.А.
Национальный авиационный
университет

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

В статье рассмотрена оценка качества параметров программных средств (ПО) на основе положений стандарта (Гост 28195-89), метода принятия решений в условиях наличия информации, не имеющего определенного характера, и нейронных сетей.

Основная задача данной работы связано с демонстрацией возможности использования нейронных сетей и метода принятия решения для оценки качества параметров программных средств, а также рассмотрены основные положения стандарта (ГОСТ 28195-89) оценки качества ПО, номенклатуру показателей качества и основные положения методики оценки качества ПО. Практически показана возможность использования пакета «Статистика» для оценки качества параметров ПО с помощью нейронных сетей на основе умения использовать экспертные и расчетные методы оценки качества ПО и нахождения общей оценки качества ПО по набору полученных оценок факторов качества.

У статті розглянута оцінка 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.

The article discusses the 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.

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.

Стандартизация характеристик качества

В технических заданиях и реализованных проектах информационных систем часто обходятся молчанием или недостаточно формализуются сведения о понятиях и значениях качества программного продукта, о том, какими характеристиками они описываются, как их следует измерять и сравнивать с требованиями, отраженными в контракте, техническом задании или спецификациях. Кроме того, некоторые из характеристик часто отсутствуют в требованиях на программные средства, что приводит к произвольному их учету или к пропуску при испытаниях. Нечеткое декларирование в документах понятий и требуемых значений характеристик качества программных средств вызывает конфликты между заказчиками-пользователями и разработчиками-поставщиками из-за разной трактовки одних и тех же характеристик. В связи с этим стратегической задачей в жизненном цикле современных информационных систем стало обеспечение требуемого качества программных средств и баз данных. За последние несколько лет создано множество международных стандартов, регламентирующих процессы и продукты жизненного цикла программных

средств и баз данных. Применение этих стандартов может служить основой для систем обеспечения качества программных средств. Одной из важнейших проблем обеспечения качества программных средств является формализация характеристик качества и методология их оценки. Для определения адекватности качества функционирования, наличия технических возможностей программных средств к взаимодействию, совершенствованию и развитию, необходимо использовать стандарты в области оценки характеристик их качества. Основой регламентирования показателей качества программных средств ранее являлся международный стандарт ISO 9126:1991 (ГОСТ Р ИСО / МЭК 9126-93). В данной работе регламентирующим документом, определяющим основные этапы оценки качества программных средств, является ГОСТ 28195-89.

Выбор показателей качества

Исходными данными и высшим приоритетом при выборе показателей качества в большинстве случаев являются назначение, функции и функциональная пригодность соответствующего программного средства. Процессы выбора и установления метрик и шкал для описания характеристик качества программных средств можно разделить на два этапа:

- выбор и обоснование набора исходных данных, отражающих общие особенности и этапы жизненного цикла проекта программного средства и его потребителей, каждый из которых влияет на определенные характеристики качества комплекса программ;
- выбор, установление и утверждение конкретных метрик и шкал измерения характеристик и атрибутов качества проекта для их последующей оценки и сопоставления с требованиями спецификаций в процессе квалификационных испытаний или сертификации на определенных этапах жизненного цикла программного средства.

На первом этапе за основу следует брать всю базовую номенклатуру характеристик, субхарактеристик и атрибутов, стандартизированных в ISO 9126, ГОСТ 28195-89. Их описания желательно предварительно упорядочить по приоритетам с учетом назначения и сферы применения конкретного проекта программного средства. Далее необходимо выделить и ранжировать по приоритетам потребителей, которым

необходимы определенные показатели качества проекта программного средства с 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 фиксирования 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 состояются 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_3) проводится по формуле:

$$m_{kq} = \frac{\sum_{3=1}^t m_3}{t},$$

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:

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

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

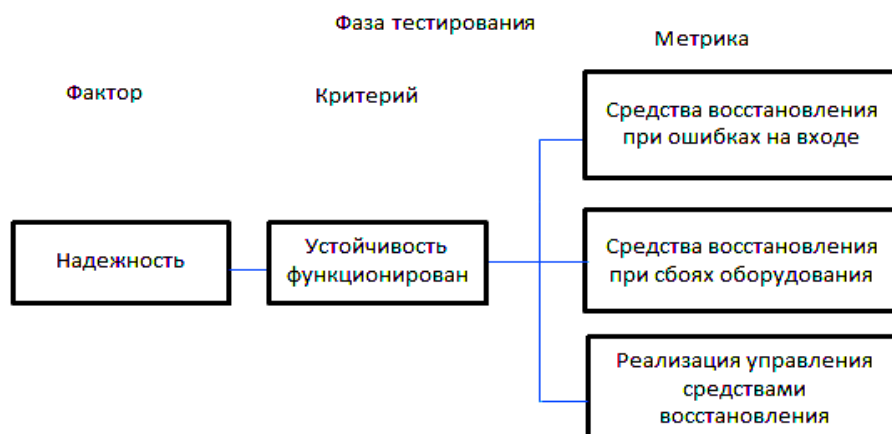


Рис.2 Взаимосвязь факторов, критериев и метрик фазы тестирования качества ПС

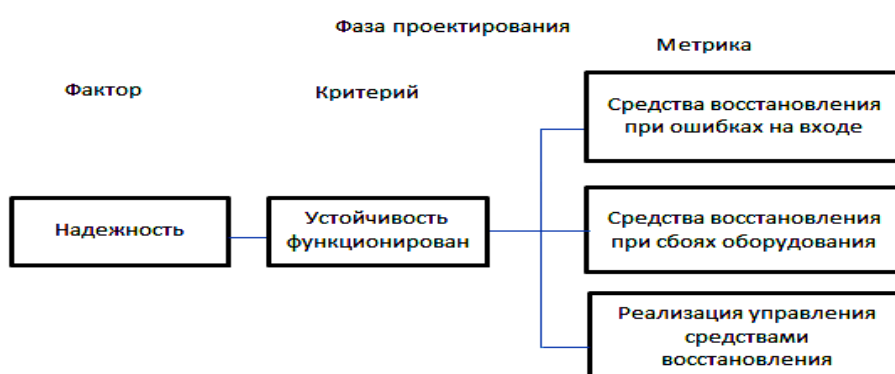


Рис.3 Взаимосвязь факторов, критериев и метрик фазы проектирования качества ПС

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 первой метрике является средним значением оценочных элементов (H0201-H0205), 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 надежности

	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 $\mu_{G_j}(x)$, соответственно. При этом 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:

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

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).

	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

	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 Вхідні дані для нейронних мереж

Підготовлені таблиці дають можливість перейти до створення і подальшому навчанню нейронних мереж з метою оцінки якості розробки ПС. Для цього в пакеті використовується вкладка «Статистика → Нейронні». В діалоговому вікні «Нейронні мережі» (Neural Networks) визначається тип задачі, змінні, які використовуються в навчанні нейронних мереж і інструмент, який використовується системою для

навчання мережі. В даному випадку мережа повинна визначити, до якого з чотирьох інтервалів належать значення («Незадовільно», «Задовільно», «Добре», «Відмінно»), і вибирається тип задачі «Класифікація» (Classification).

На рис. 5 представлено вікно, в якому визначені змінні, необхідні для формування нейронної мережі.

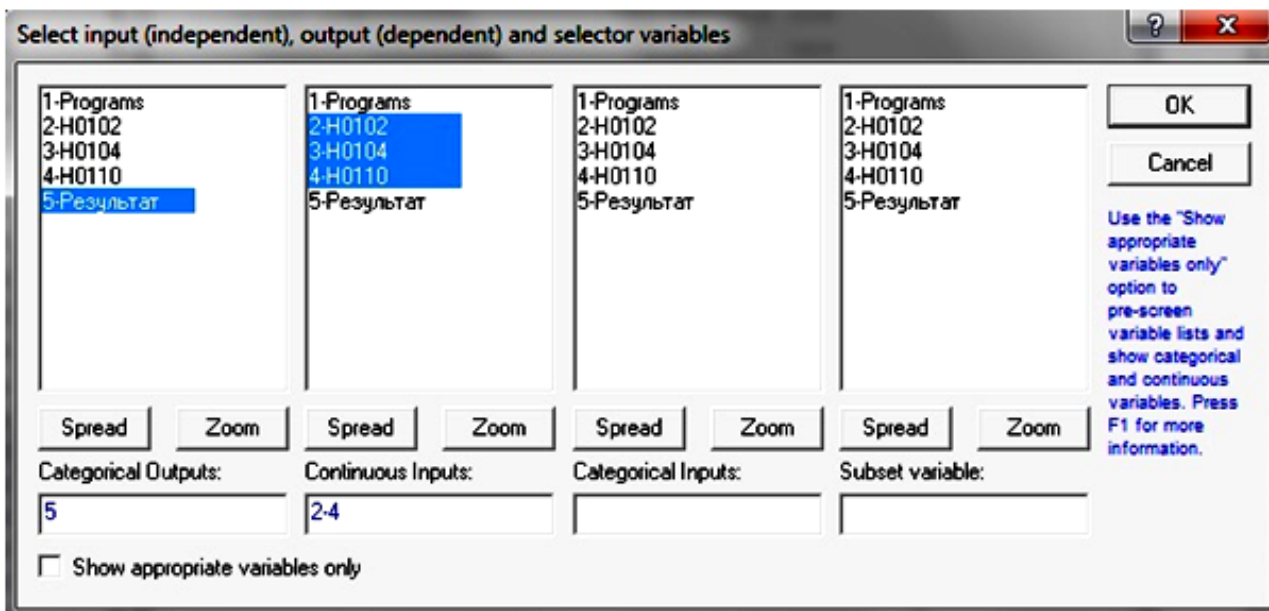


Рис. 5 Вікно вибору змінних для нейронної мережі

Після визначення типу задачі і змінних, які необхідні для побудови і навчання мережі розглядаються варіанти рішення задачі навчання мережі. Система пропонує два варіанти побудови мережі: «Мастер рішень» (IntelligentProblemSolver) і «Конст-

руктор» (Constructor). В діалоговому вікні (рис.6) задаються параметри для нейронної мережі. Для даного типу задачі використовується багаторівневий перцептрон, а саме чотирьох-рівневий і трьохрівневий перцептрон (TreelayerandFourlayerPerceptron). Вибравши

«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 промежу-

точных слоях при этом программа построит сети в заданных интервалах (рис.6).

Введение необходимых параметров даёт возможность перейти к обучению нейронной сети. На рис.7 представлены результаты, характеризующие обученную сеть (сеть 32 имеет наилучшие показатели).

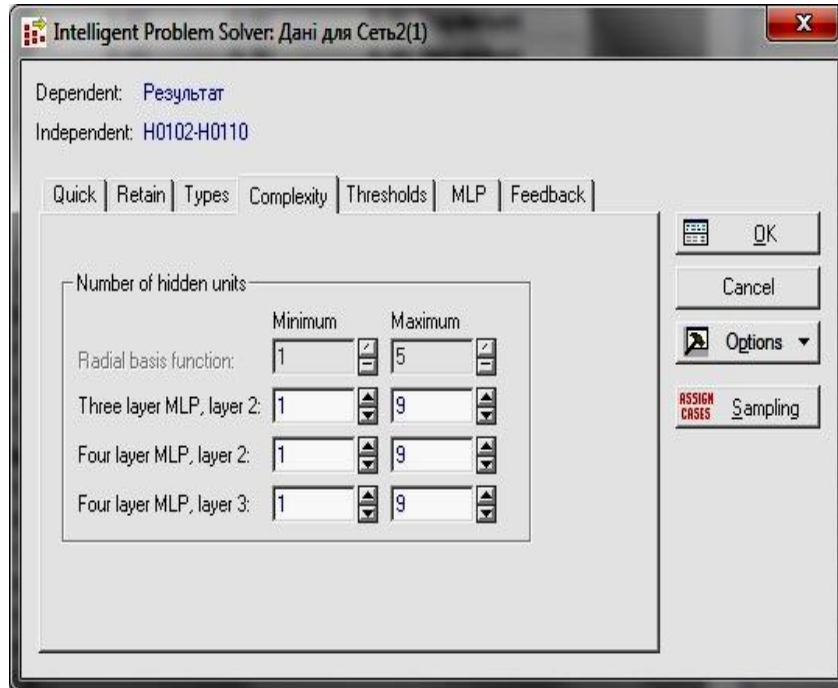


Рис. 6 Вкладка «Сложность» («Complexity») мастера решений

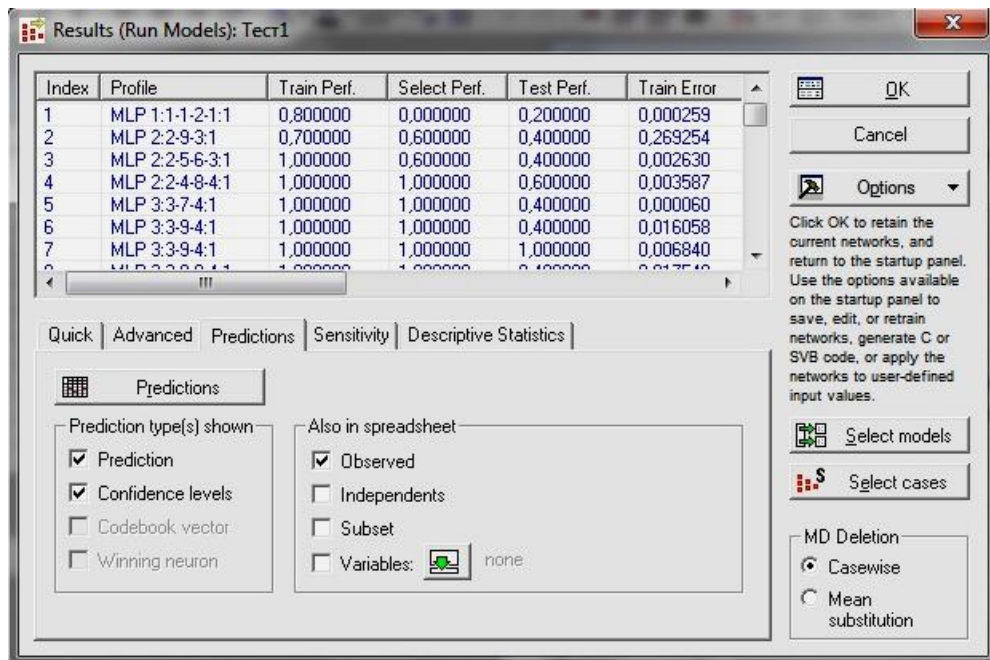


Рис.7. Результаты, характеризующие обученную нейронную сеть

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

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).

	1	2	3	4	5
	Program	H0102	H0104	H0110	Результат
1	MatLab	0,3	0,4	0,2	Задовільно
2	MatLab	0,9	0,2	0,8	Добре
3	MatLab	0,6	0,7	0,8	Відмінно
4	MatLab	0,8	0,8	0,2	Незадовільно
5	MatLab	0,5	0,6	1	Добре
6	MatLab	0,4	0,4	0,7	Незадовільно
7	MatLab	0,1	0,1	0,9	Незадовільно
8	MatLab	0,7	0,7	0,4	Відмінно
9	MatLab	0,5	0,4	0,4	Добре
10	MatLab	0,6	0,3	0,1	Відмінно

Рис.8 Результаты тестовой проверки нейронной сети

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.

Список использованных источников

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

Сведения об авторах:



Клюев Евгений Иванович – к.т.н, доцент кафедры инженерии программного обеспечения Института компьютерных информационных технологий Национального авиационного университета. Научные интересы: инженерия программного обеспечения.

E-mail: Eugene.Kluev@livenau.net



Гриненко Елена Александровна – старший преподаватель кафедры инженерии программного обеспечения Института компьютерных информационных технологий Национального авиационного университета. Научные интересы: инженерия программного обеспечения.

E-mail: Elena.Grinenko@livenau.net