

---

---

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

---

---

УДК 51-77

## МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ОСНОВАННАЯ НА МЕТОДЕ РАША ОЦЕНКИ ЛАТЕНТНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ

Моисеев С. И., Черная Ю. В., Паршина Е. В.

*Воронежский филиал Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова*

Поступила в редакцию 28.02.2016 г.

**Аннотация.** В работе предложен оригинальный подход к оцениванию качества программного обеспечения на основе экспертной оценки. В основе модели лежит метод Раша оценки латентных переменных. Модель позволяет вычислить итоговый показатель качества каждого программного продукта по линейной шкале и провести анализ оценочных критериев.

**Ключевые слова:** программное обеспечение, качество, оценочные критерии, экспертное оценивание, латентная переменная, модель Раша.

**Annotation.** The paper presents an original approach to estimating software quality based on expert assessment. At the core of the models is the method of Rasch estimates of latent variables. The model allows to compute the final quality score of each software product on a linear scale and the analysis of the evaluation criteria.

**Keywords:** software, quality, assessment criteria, peer assessment, latent variable, Rasch model.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время роль информации непрерывно возрастает во всех сферах деятельности человека. Невозможно эффективно принимать управленческие решения на предприятии, не владея определенной информацией. Информация выступает сегодня как один из первостепенных ресурсов, значение которого сопоставимо со значением материальных и финансовых ресурсов. В связи с этим отечественные предприятия вынуждены уделять пристальное внимание созданию современного информационного ресурса, внедрению прогрессивных информационных технологий. Предприятие при определении целей развития выявляет возможности их реализации исходя из собственного потенциала, при этом базой информатизации является

выбор подходящего программного обеспечения (ПО). Для принятия решений по внедрению использования готового ПО или разработке нового возникает проблема оценки качества программного продукта.

На практике важно оценивать качество ПО не только в завершённом виде, но и в процессе его разработки, модернизации или переноса. Применительно к программному обеспечению, система обеспечения качества – это совокупность методов и средств организации управляющих и исполнительных подразделений предприятия, участвующих в проектировании, разработке, модификации и сопровождении комплексов программ с целью придания им свойств, обеспечивающих удовлетворение определенных потребностей заказчиков и потребителей при минимальном или допустимом расходовании ресурсов.

Основой для формирования необходимых показателей ПО является анализ свойств, ха-

---

© С. И. Моисеев, Ю. В. Черная, Е. В. Паршина, 2016

рактически характеризующих качество его функционирования с учетом технологических возможностей разработчика. При этом под качеством функционирования понимается множество свойств, обуславливающих пригодность ПО обеспечивать надежное и своевременное представление требуемой информации потребителю для ее дальнейшего использования по назначению. Адекватный набор показателей качества программ зависит от функционального назначения и свойств каждого ПО. Однако до сих пор нет единого системного подхода к оценке качества ПО, не сформирована система оценок качества информационных инноваций, не разработана технология повышения качества информационных проектов и инноваций.

Авторами предлагается оригинальный подход к оценке качества программного обеспечения, основанный на модели Раши оценки латентных переменных. Под латентными (скрытыми, неявными) переменными понимается некоторый переменный показатель, который нельзя напрямую измерить никаким образом, однако можно оценить с помощью конечного набора измеряемых переменных, называемых индикаторными переменными, которые связаны с латентными. Обоснованность предлагаемого подхода связана с тем, что понятие «качество» является типичной латентной переменной, которую можно оценить с помощью набора индикаторных переменных, коими являются экспертные оценки ПО на основании группы оценочных показателей.

Существует несколько подходов к измерению латентных переменных, но, по мнению многих исследователей, наиболее эффективной и удобной для практического использования является модель Раши [1, 2], что обуславливает ее широкое применение в последние годы.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Рассмотрим общий подход к измерению качества ПО, основанный на модели Раши оценки латентных переменных.

Пусть имеется  $N$  видов ПО, качество которых требуется оценить:  $A_1, A_2, \dots, A_N$ . Для экспертной оценки используется  $L$  оценочных показателей:  $K_1, K_2, \dots, K_L$ . В качестве индикаторных переменных будут выступать следующие переменные:  $U_{ij}$  – экспертные оценки  $i$ -го ПО по  $j$ -му оценочному показателю. Эти оценки могут иметь различную размерность и быть разной природы. Для приведения оценок к единой шкале проводят процедуру нормализации, в результате которой все нормализованные оценки по критериям  $U_{ij}$  примут значения из интервала  $(0; 1)$ . В качестве алгоритма нормализации можно выбрать следующий.

В случае максимизации показателя (чем больше экспертная оценка, тем лучше ПО):

$$u_{ij} = \frac{U_{ij} - \min_i(U_{ij})}{\max_i(U_{ij}) - \min_i(U_{ij})}, \quad (1)$$

в случае минимизации показателя (чем меньше оценка, тем лучше ПО):

$$u_{ij} = \frac{\max_i(U_{ij}) - U_{ij}}{\max_i(U_{ij}) - \min_i(U_{ij})}. \quad (2)$$

Далее используем вероятностный подход. Предположим, что имеется возможность выбора двух видов ПО с номерами  $n$  и  $m$ . Обозначим  $P_{nj}$  – меру или вероятность того, что ПО с номером  $n$  устраивает эксперта по  $j$ -му показателю. Отсюда следует, что вероятность того, что этот же программный продукт не устраивает эксперта, равна  $(1 - P_{nj})$ . Примем аналогичные обозначения и для ПО с номером  $m$ .

Далее обозначим:  $N_{11}$  – число показателей, по которым эксперта устраивают оба программных продукта;  $N_{10}$  – число показателей, по которым устраивает только  $m$ -е ПО;  $N_{01}$  – число показателей, по которым устраивает только  $n$ -е ПО и  $N_{00}$  – число показателей, по которым эксперта не устраивают оба вида ПО.

С точки зрения сравнения указанных двух конкретных видов ПО, информативными можно считать только значения  $N_{10}$  и  $N_{01}$ . В свою очередь значения  $N_{11}$  и  $N_{00}$  не дают представления о том, у какого вида ПО пред-

почтение выше. При этом параметр  $N_{10}$ , отражающий степень предпочтения ПО  $A_m$ , согласно теореме умножения вероятностей, будет прямо пропорционален произведению вероятностей  $P_{mj}(1-P_{nj})$ . Аналогично параметр  $N_{01}$  прямо пропорционален произведению вероятностей  $(1-P_{mj})P_{nj}$ . Таким образом, было получено выражение, определяющее отношение параметров  $N_{10}$  к  $N_{01}$ :

$$\frac{N_{10}}{N_{01}} \sim \frac{P_{mj}(1-P_{nj})}{P_{nj}(1-P_{mj})}. \quad (3)$$

Если предположить, что число показателей  $L$  бесконечно или очень велико, то оно поможет определить разницу в уровне оценок ПО с номерами  $n$  и  $m$ . Из-за того, что не было наложено никаких условий на оценочные показатели, полученное выражение не зависит от набора самих показателей. При рассмотрении другого вида ПО с номером  $k$  будет получено аналогичное выражение. При этом соотношения оценок ПО останутся неизменными. Из этого следует, что для оценочных показателей с некоторыми номерами  $k$  и  $j$  можно записать:

$$\frac{P_{mj}(1-P_{nj})}{P_{nj}(1-P_{mj})} = \frac{P_{mk}(1-P_{nk})}{P_{nk}(1-P_{mk})}. \quad (4)$$

В свою очередь, из этого выражения можно записать следующее:

$$\frac{P_{nj}}{1-P_{nj}} = \frac{P_{nk}}{1-P_{nk}} \cdot \frac{1-P_{mk}}{P_{mk}} \cdot \frac{P_{mj}}{1-P_{mj}}. \quad (5)$$

Для использования вышеописанного метода на практике необходимо, чтобы результаты экспертного сравнения привлекательности программных продуктов  $n$  и  $m$  были объективны. А для этого нужно, чтобы для любых оценочных показателей было справедливо соотношение любого набора ПО  $k$  и  $j$ . С целью обеспечения выполнения этого требования в качестве исходных точек для проведения сравнительного анализа были приняты степень оценки некоторого ПО с индексом 0, и некоторого оценочного показателя с индексом 0. Помимо этого, необходима единая шкала измерения, объединяющая в себе уровень привлекательности ПО для эксперта и уровень важностей оценочных показателей, при этом за точку отсчета в ней удоб-

но принять эти показатели с индексом 0 и считать их эквивалентными. Таким образом, значение параметра  $P_{00}$  будет равно 0,5. Применив это, получили выражение:

$$\begin{aligned} \frac{P_{nj}}{1-P_{nj}} &= \frac{P_{n0}}{1-P_{n0}} \cdot \frac{1-P_{00}}{P_{00}} \cdot \frac{P_{0j}}{1-P_{0j}} = \\ &= \frac{P_{n0}}{1-P_{n0}} \cdot \frac{P_{0j}}{1-P_{0j}}. \end{aligned} \quad (6)$$

Необходимо отметить, в выражении (6) величина  $\left(\frac{P_{n0}}{1-P_{n0}}\right) = d_n$  – это не что иное, как обобщенный показатель привлекательности  $n$ -го ПО, являющийся его уникальным свойством, который можно интерпретировать как качество ПО. С другой стороны, величина  $\frac{P_{0j}}{1-P_{0j}} = \frac{1}{b_j}$  может рассматриваться как некоторая обобщенная оценка уязвимости, неvollности оценочного показателя по всей группе ПО. В итоге, получаем:

$$\frac{P_{nj}}{1-P_{nj}} = \frac{d_n}{b_j}. \quad (7)$$

Исходя из этого, можно вычислить вероятность или степень того, что  $j$ -й ПО устраивает эксперта по  $n$ -му оценочному показателю.

Используя записанное выше уравнение (7) и прологарифмировав его части, получим:

$$\begin{aligned} \ln \frac{P_{nj}}{(1-P_{nj})} &= \ln \frac{P_{n0}}{1-P_{n0}} + \ln \frac{P_{0j}}{1-P_{0j}} = \\ &= \ln(d_n) - \ln(b_j) \end{aligned}$$

Обозначая  $\ln d_n = \ln \frac{P_{n0}}{1-P_{n0}} = \theta$ , а  $\ln \frac{P_{0j}}{1-P_{0j}} = \ln b_j = \beta_j$  получим:

$$\ln \frac{P_{nj}}{(1-P_{nj})} = \theta_n - \beta_j.$$

Что аналогично

$$\frac{P_{nj}}{1-P_{nj}} = e^{\theta_n - \beta_j}.$$

Исходя из этого, переименовав для удобства индексы, можно вычислить вероятность  $P_{ij}$ :

$$P_{ij} = \frac{e^{\theta_i - \beta_j}}{1 + e^{\theta_i - \beta_j}}. \quad (8)$$

Эти вероятности можно интерпретировать как нормализованные оценки привлекательности ПО на основе оценочных показателей  $u_{ij}$ .

Полученное выражение аналогично формуле Г. Рашиа, полученное им при оценке латентных переменных [1].

Для применения (8) на практике необходимо найти оценки качества ПО  $\theta_i$  и степени уязвимости оценочных показателей  $\beta_j$  на основании известных оценок каждого вида программного продукта по показателям  $u_{ij}$ , которые получены эмпирически с помощью экспертного оценивания.

Если рассмотреть модель Рашиа оценки латентных переменных [2], то, согласно ей, оценки  $\theta_i$  и  $\beta_j$  находятся методом максимального правдоподобия (МП-метод). Однако в дихотомической модели Рашиа вероятности  $P_{ij}$  могут принимать лишь два значения – 0 или 1, что не соответствует представленной в работе модели, когда вероятности  $P_{ij}$  могут принимать значения из непрерывного спектра от 0 до 1. В силу этого, авторами предлагается использовать для этих целей метод наименьших квадратов [3, 4, 5]: параметры  $\theta_i$  и  $\beta_j$  модели (8) выбираются так, чтобы сумма квадратов отклонений эмпирических данных  $u_{ij}$  от расчетных вероятностей (8) была наименьшей. Математически это сводится к минимизации остаточной суммы:

$$S(\theta_i, \beta_j) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^L (u_{ij} - P_{ij})^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^L \left( u_{ij} - \frac{e^{\theta_i - \beta_j}}{1 + e^{\theta_i - \beta_j}} \right)^2 \rightarrow \min. \quad (9)$$

Оценки  $\theta_i$  и  $\beta_j$ , полученные по данной модели, будут измеряться по линейным шкалам, и начало отсчета в них будет неопределенным. Нулевой отсчет шкал можно выбрать так, чтобы все оценки  $\theta_i$  и  $\beta_j$  были неотрицательными. Тогда условие (9) будет дополняться условием нормировки:

$$\theta_i \geq 0, \beta_j \geq 0; i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, L. \quad (10)$$

Можно использовать иные нормировочные условия: нулевое среднее значение оценок, нормирование на единичную шкалу и т. д.

Решение оптимизационной задачи (9) и (10) можно проводить с использованием надстройки «Поиск решений» MS Excel.

Представленная модель предполагает, что все оценочные показатели имеют одинаковую важность для экспертов. Однако в реальных ситуациях при оценке качества ПО важность этих показателей, как правило, различная, и ее нужно учитывать при оценке. Учесть важность показателей можно путем введения весов оценочных показателей. Обозначим  $w_j$  – вес  $j$ -го оценочного показателя. Также будем считать, что вес измеряется по шкале от 0 до 1, и чем больше вес, тем большую важность для оценки качества ПО будет иметь этот показатель. Тогда при минимизации остаточной суммы, каждое слагаемое (9) будет учитываться пропорционально соответствующему ему весу. В результате, вместо (9) будет решаться оптимизационная задача вида:

$$S(\theta_i, \beta_j) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^L w_j \cdot (u_{ij} - P_{ij})^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^L w_j \cdot \left( u_{ij} - \frac{e^{\theta_i - \beta_j}}{1 + e^{\theta_i - \beta_j}} \right)^2 \rightarrow \min. \quad (11)$$

## ВЫБОР ОЦЕНОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

В соответствии с [6], для оценки качества ПО предлагается 17 оценочных показателей, которые можно группировать на 4 укрупненных показателя.

1. *Функциональность* характеризует свойство ПО, определяющее его соответствие требованиям к обработке данных и общесистемным требованиям, установленным в ТЭЗ.

1.1. *Пригодность* характеризует способность ПО обеспечивать наличие и степень достаточности выполняемых функций для решения задач в соответствии с установленными требованиями и корректность функционирования человеко-машинного интерфейса.

1.2. *Правильность* характеризует способность ПО обеспечивать возможность получения только верных результатов обработки данных.

1.3. *Способность к взаимодействию* характеризует способность ПО взаимодействовать

вать с заданной номенклатурой программных средств или систем.

1.4. *Защищенность* характеризует способность ПО предотвращать случайный и умышленный несанкционированный доступ к своим функциям и данным, а также обнаруживать результаты такого доступа или действий по разрушению самого ПО и данных.

1.5. *Согласованность* характеризует способность ПО соответствовать нормативным документам в части пригодности, правильности, способности к взаимодействию и защищенности.

2. *Надежность* характеризует свойство ПО, определяющее его способность выполнять требуемые функции в условиях возникновения отклонений в среде функционирования.

2.1. *Стабильность* характеризует способность ПО непрерывно выполнять требуемые функции в условиях возникновения отклонений в среде функционирования.

2.2. *Устойчивость к ошибкам* характеризует способность ПО обеспечивать продолжение своей работы после возникновения отклонений.

2.3. *Восстанавливаемость* характеризует способность ПО восстанавливать свою работоспособность и поврежденные данные в условиях сбоя и дестабилизирующих воздействий.

2.4. *Своевременность* характеризует способность ПО предоставлять своевременный доступ пользователей к своим функциям в условиях сбоя и других дестабилизирующих воздействий.

2.5. *Согласованность* характеризует способность ПО соответствовать принятым нормативным документам в части стабильности, устойчивости к ошибкам, восстанавливаемости и доступности.

3. *Практичность* характеризует свойство ПО, определяющее его способность обеспечивать быстрое освоение, применение и эксплуатацию с минимальными трудозатратами с учетом характера решаемых задач и требований к квалификации обслуживающего персонала.

3.1. *Понятность* характеризует способность ПО обеспечивать минимальные затраты усилий пользователя для понимания общей логической концепции его функционирования.

3.2. *Обучаемость* характеризует способность ПО обеспечивать минимальные затраты усилий пользователя на усвоение правил его применения.

3.3. *Простота использования* характеризует способность ПО обеспечивать минимальные затраты усилий пользователя на его эксплуатацию.

3.4. *Согласованность* характеризует способность ПО соответствовать нормативным документам в части понятности, обучаемости и простоты использования.

4. *Производительность* характеризует свойство ПО, определяющее его способность использовать, в соответствии с установленными требованиями, объем выделяемых временных, технических, материальных и людских ресурсов.

4.1. *Времяемкость* характеризует способность ПО использовать в соответствии с установленными требованиями объем выделяемых для выполнения требуемых функций временных ресурсов.

4.2. *Ресурсоемкость* характеризует способность ПО использовать в соответствии с установленными требованиями объем выделяемых для выполнения требуемых функций технических, материальных и людских ресурсов.

4.3. *Согласованность* характеризует способность ПО соответствовать принятым нормативным документам в части времяемкости и ресурсоемкости.

Следует отметить, что в модели можно использовать как частные и укрупненные оценочные показатели, так и их комбинации. С другой стороны, для получения оценки качества по конкретному оценочному показателю на основании индикаторных признаков можно также использовать предложенную модель. Для иллюстрации этого и демонстрации реализации модели на практике рассмотрим именно такой пример.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ

Ставится задача экспертной оценки значения показателя «Практичность» продуктов рынка ПО предпринимательской деятельности в строительной компании. Для экспертной оценки была составлена анкета, состоящая из утверждений, каждому из которых дана оценка. Правильность каждого утверждения оценивается по пятибалльной шкале качественных уровней. При этом в случае полного согласия с предлагаемым утверждением была поставлена оценка «4». В случае полного несогласия с предлагаемым утверждением была поставлена оценка «0». Другие значения определяют соответствующие промежуточные качественные уровни используемого ПО: «1» – «скорее нет, чем да», «2» – «равновероятно», «3» – «скорее да, чем нет».

Исследовались 7 программных продуктов:

$A_1$  – Галактика ERP, модуль «Управление строительством»

$A_2$  – Система управления предприятием Business Control

$A_3$  – MAG Builder для Microsoft Dynamics AX

$A_4$  – Ланит-строительство

$A_5$  – SAP for Engineering, Construction and Operations

$A_6$  – Строительные решения на платформе системы «Алеф»

$A_7$  – Программный комплекс «Гектор-строитель».

Для оценивания эксперту предлагались 12 утверждений:

$K_1$  – Всегда известно, что делать дальше с программой

$K_2$  – Работая с программой, всегда знаешь, какую команду необходимо выполнить следующей

$K_3$  – Интерфейс программы интуитивно понятен

$K_4$  – не заставляет нарушать привычные последовательности операций, с помощью которых обычно осуществляется работа в этой предметной области

$K_5$  – Во время работы не приходится периодически заглядывать в сопроводительную документацию

$K_6$  – Программа неожиданно не зависит  
 $K_7$  – Организация меню и информационных списков выглядит достаточно логичной

$K_8$  – Встроенная справка позволяет справиться с проблемами, возникающими в ходе эксплуатации

$K_9$  – Программу можно осваивать поэтапно

$K_{10}$  – Программа позволяет быстро вводить данные

$K_{11}$  – Используя программу, задачи могут выполняться без избыточных действий

$K_{12}$  – Функции программы достаточно легко согласуются с требованиями пользователя.

Результаты экспертной оценки приведены в табл. 1. Там же приводятся нормализованные оценки, которые нужны для применения представленной выше модели. Ввиду того, что оценочная шкала была от 0 до 4, для нормализации все экспертные оценки делились на 4. Веса оценочных критериев будем считать равными.

Реализуем приведенную модель в MS Excel. Для этого на рабочем листе под оценки  $\theta_i$  выделяем диапазон A2–A8, а под оценки  $\beta_j$  диапазон B1–M1. Вводим в эти ячейки произвольные числа, например единицы. В диапазон B2–M8 вводим нормализованные оценки из второй половины табл. 1. Ниже рассчитываем слагаемые суммы (9). Вводим в B10 формулу:

$$=(B2-\exp(\$A2-B\$1))/(1+\exp(\$A2-B\$1))^2$$

и с помощью автозаполнения распространяем ее на диапазон B10–M16. Для расчета (9) в B17 вводим: =СУММ(B10:M16). Далее, запускаем надстройку «Поиск решений» (Solver), указываем ссылку на целевую функцию B17, ставим флажок на ее минимизацию, в качестве ячеек переменных указываем диапазоны A2–A8 и B1–M1. Для учета (9) ставим флажок в поле «Сделать переменные без ограничений неотрицательными», запускаем надстройку.

Результаты расчета показаны на рис. 1. В ячейках A2–A8 представлены оценки качества ПО по показателю «Практичность». Видно, что наилучшую оценку получил программный продукт  $A_1$ . В диапазоне B1–M1 представлены оценки невыполнимости оценочных критериев по всему множеству про-

## Результаты экспертизы ПО по показателю «Практичность»

Экспертные оценки												
Вид ПО	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	$K_7$	$K_8$	$K_9$	$K_{10}$	$K_{11}$	$K_{12}$
$A_1$	3	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3
$A_2$	2	3	3	3	2	3	4	2	3	4	3	2
$A_3$	1	2	3	2	1	3	3	1	3	4	2	3
$A_4$	2	3	3	3	2	3	3	2	2	4	2	2
$A_5$	1	2	3	2	2	3	3	1	2	4	3	3
$A_6$	2	3	3	3	3	3	4	2	2	4	2	3
$A_7$	2	2	3	3	2	3	3	2	3	4	2	3
Нормализованные оценки												
Вид ПО	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	$K_7$	$K_8$	$K_9$	$K_{10}$	$K_{11}$	$K_{12}$
$A_1$	0,75	1	1	1	0,75	0,75	1	0,75	0,75	1	0,75	0,75
$A_2$	0,5	0,75	0,75	0,75	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0,75	0,5
$A_3$	0,25	0,5	0,75	0,5	0,25	0,75	0,75	0,25	0,75	1	0,5	0,75
$A_4$	0,5	0,75	0,75	0,75	0,5	0,75	0,75	0,5	0,5	1	0,5	0,5
$A_5$	0,25	0,5	0,75	0,5	0,5	0,75	0,75	0,25	0,5	1	0,75	0,75
$A_6$	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1	0,5	0,5	1	0,5	0,75
$A_7$	0,5	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75	1	0,5	0,75

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Оценки	6,52928	5,65524	5,04576	5,48687	6,22715	5,14159	4,63154	6,52935	5,72871	0	5,90163	5,53162
2	7,45058	0,75	1	1	1	0,75	0,75	1	0,75	0,75	1	0,75	0,75
3	6,48535	0,5	0,75	0,75	0,75	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0,75	0,5
4	5,87578	0,25	0,5	0,75	0,5	0,25	0,75	0,75	0,25	0,75	1	0,5	0,75
5	6,18648	0,5	0,75	0,75	0,75	0,5	0,75	0,75	0,5	0,5	1	0,5	0,5
6	5,97798	0,25	0,5	0,75	0,5	0,5	0,75	0,75	0,25	0,5	1	0,75	0,75
7	6,48487	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1	0,5	0,5	1	0,5	0,75
8	6,2961	0,5	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75	1	0,5	0,75
9	Расчет отклонений суммы (7)												
10		0,0012	0,02028	0,00686	0,01515	0,00051	0,02548	0,00317	0,0012	0,00968	3,4E-07	0,00559	0,01489
11		0,00012	0,00288	0,00341	0,00037	0,00412	0,00186	0,01834	0,00012	0,00481	2,3E-06	0,01168	0,04922
12		0,0085	0,00302	0,00288	0,00922	0,02659	0,00552	0,00069	0,0085	0,0455	7,8E-06	4,2E-05	0,02716
13		0,0072	0,01445	6,1E-05	0,00671	0,0001	0,0001	0,00572	0,00721	0,01265	4,2E-06	0,005	0,025
14		0,01335	0,0064	0,00105	0,01449	0,00384	0,00273	0,0019	0,01335	0,00384	6,4E-06	0,05332	0,01966
15		0,00012	0,00289	0,0034	0,00037	0,03457	0,00185	0,01836	0,00012	0,03259	2,3E-06	0,02011	0,0008
16		0,00337	0,02401	0,00075	0,00337	0,0003	0,00011	0,00825	0,00337	0,01251	3,4E-06	0,00948	0,00458
17	Целевая	0,742											

Рис. 1. Результаты расчета оценок ПО по показателю «Практичность»

граммных продуктов. Наиболее выполнимым оказался критерий  $K_{10}$ , который получил наивысшие экспертные оценки по всем видам ПО, а самым невыполнимым с минимальными оценками стал критерий  $K_8$ . Следует отметить, что оценки получены по линейной шкале.

Аналогично можно получить оценки ПО и по другим оценочным показателям, а затем вновь использовать модель, взяв в качестве исходных данных полученные оценки по показателям, но предварительно нормировав их на единичную шкалу. В итоге получим оценки качества ПО по всей группе показателей.

## ВЫВОДЫ

Предложена модель оценивания качества ПО, основанная на методе Раша оценки латентных переменных. Оценки, полученные по описанному в работе методу, обладают следующими преимуществами по сравнению с классическими аддитивными методами оценивания:

1. Кроме оценок качества ПО, метод позволяет получить оценки выполнимости оценочных показателей, характеризующие, насколько программные продукты в своей совокупности удовлетворяют каждому показателю.

2. Оценки измеряются по линейной шкале.

3. Оценки качества ПО являются их уникальными свойствами и не зависят от оценочных критериев.

4. Полученные оценки более гибкие, т. к. учитывают выполнимость показателей.

Предложенную модель можно применять и для оценки ПО по каждому показателю в отдельности на основе некоторых оценочных критериев.

Приводится возможность учета важности оценочных показателей (весов).

Приведен пример реализации модели в привычной среде MS Excel.

**Моисеев Сергей Игоревич** – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных технологий в экономике Воронежского филиала РЭУ им. Г. В. Плеханова. Тел.: (473) 239-0763

**Черная Юлия Викторовна** – старший преподаватель кафедры информационных технологий в экономике Воронежского филиала РЭУ им. Г. В. Плеханова. Тел.: (473) 239-0763. E-mail: juli1574@mail.ru

**Паршина Елена Владимировна** – старший преподаватель кафедры информационных технологий в экономике Воронежского филиала РЭУ им. Г. В. Плеханова. Тел.: (473) 239-0763

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rasch G. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests // G. Rasch.- Copenhagen, Denmark: Danish Institute for Educational Research, 1960.

2. Летова Л. В., Маслак А. А., Осипов С. А. Семейство моделей Раша для объективного измерения латентных переменных. / Информатизация образования и науки. – № 4. 2013. – С. 131–141.

3. Смотровая Т. И., Моисеев С. И. Маркетинговая модель оценки привлекательности торговых центров // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ», Том 7, №6. – 2015.

4. Моисеев С. И. Модель Раша оценки латентных переменных, основанная на методе наименьших квадратов / Экономика и менеджмент систем управления. Научно-практический журнал. – № 2.1 (16), 2015. – С. 166–172.

5. Баркалов С. А., Куреев Ю. В., Кобелев В. С., Моисеев С. И. Модель оценивания привлекательности альтернатив в подходе Раш-анализа / Системы управления и информационные технологии. – 2014. – Т. 57, № 3.2. – С. 209–213.

6. Храмов В. Ю., Черная Ю. В., Десятиркова Е. Н. Оценка качества ИТ обеспечения управленческих решений с использованием нечетких ситуаций / Системы управления и информационные технологии, № 3.1 (33). – 2008. – С. 205–208.

**Moiseev Sergey Igorevitch** – candidate of physico-mathematical Sciences, senior lecturer of chair of information technologies in the economy of the Voronezh branch of REU G. V. Plekhanov. Tel.: (473) 239-0763

**Chyornaya Julia Viktorovna** – senior teacher of chair of information technologies in the economy of the Voronezh branch of REU G. V. Plekhanov. Tel.: (473) 239-0763. E-mail: juli1574@mail.ru

**Parshina Elena Vladimirovna** – senior teacher of chair of information technologies in the economy of the Voronezh branch of REU G. V. Plekhanov. Tel.: (473) 239-0763