

Переверзев Алексей Леонидович, д-р техн. наук, доц., pal@olvs.miee.ru, Россия, Москва, Зеленоград, Национальный исследовательский университет «МИЭТ»,

Попов Михаил Геннадьевич, асп., greendotka@gmail.com, Россия, Москва, Зеленоград, Национальный исследовательский университет «МИЭТ»

**PERFORMANCE ESTIMATION OF INFORMATION PROCESSING SYSTEM FOR
PERSPECTIVE NONCONTACT TARGET SENSORS**

A. L. Pereverzev, M. G. Popov

Estimated performance, bit representation and information flowsspeeds necessary for implementation of devices for digital processing of the information signal in noncontact sensors. Formulated tasks which provide transition to the next level design: creation of integrated information systems on programmable or application specific ICs.

Key words: information processing system, noncontact target sensor.

Pereverzev Aleksey Leonidovich, doctor of technical sciences, docent, pal@olvs.miee.ru, Russia, Moscow, Zelenograd, National Research University "MIET",

Popov Michail Gennadevich, postgraduate, greendotka@gmail.com, Russia, Moscow, Zelenograd, National Research University "MIET"

УДК 004.58:004.891:004.94

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ
ПЕРСОНИФИЦИРОВАННОЙ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

М.Н. Пуцин, А.В. Шестухин, К.Т. Григорьева

Приведена имитационная модель позволяющая оценить эффективность внедрения персонифицированной рекомендательной системы для информационно-управляющих систем. Представлены результаты имитационного эксперимента на предложенной системно-динамической модели, которые подтверждают ее работоспособность и позволяют дать оценку эффективности использования персонифицированной рекомендательной системы для информационно-управляющих систем.

Ключевые слова: информационно-управляющая система, рекомендательная система.

Последнее время сложные специализированные информационно-управляющие системы агрегируют в себе огромное количество информации, ориентированной на повышение эффективности управления ими с использованием современных методов обработки информации.

Для совершенствования управления и принятия решений, с целью повышения эффективности функционирования информационно-

управляющих систем, необходимо снабдить их инструментами выработки персонифицированных рекомендаций, которые позволят в автоматическом режиме или при работе оператора повысить точность принятия решений и обработки информации.

В работе предложена имитационная модель, оценивающая эффективность внедрения персонифицированной рекомендательной системы для информационно-управляющих систем на примере интернет-магазина.

Основная цель рекомендательных систем - предоставить пользователю независимую экспертную оценку о продукте, который заинтересует его, или составить предположительное мнение пользователя обо всех имеющихся продуктах. В самом общем виде проблема выработки рекомендаций сводится к присвоению той или иной оценки товару, еще не известного потенциальному покупателю.

Формально проблема выработки рекомендаций может быть представлена следующим образом [1]: пусть C – группа (множество) всех пользователей, S – группа (множество) предлагаемых товаров. Пусть U – функция полезности, описывающая полезность предмета S для C , т. е. $u: C \times S \rightarrow R$, где R – количество заказанных единиц. Тогда для каждого потребителя $c \in C$, мы хотим выбрать такой товар $s' \in S$, который наиболее соответствовал бы полезности потребителя. Более формально:

$$s'_C: \forall s \in S, [u(c, s)]_C' \geq u(C, s).$$

В рамках работы был проведен анализ популярных методов построения рекомендательных систем. Современная классификация делит рекомендательные системы на следующие категории в зависимости от того, как делаются рекомендации [2]:

- контентные рекомендации: потребитель получит рекомендации товаров, сходных с теми, которые он выбрал ранее.
- коллаборативные рекомендации: потребителю будут предложены товары, в прошлом выбранные людьми со схожими с ним вкусами и предпочтениями.
- гибридные рекомендации, сочетающие в себе два предыдущих метода.

Факторный анализ позволяет предсказать оценку на основе сингулярного разложения матрицы оценок. Предполагая наличие в системе определенного количества факторов, можно получить степень выраженности этих факторов для каждого пользователя и объекта. Те объекты, в которых факторы проявляются близко к тому, как они проявляются у пользователя, рекомендуются ему.

Сравнительный анализ методов и алгоритмов построения рекомендательных систем выявил, что они характеризуются некой точностью рекомендаций [3]. На основе проведенных исследований точность считается

сравнительной характеристикой рекомендательных систем в данной работе и может принимать значение от 0 до 1.

В работе при разработке структуры модели позволяющей оценить эффективность внедрения рекомендательной системы, были использованы два подхода.

В качестве базовой была взята диффузионная модель Фрэнка Басса, которая представляет собой динамику процесса превращения потенциальных покупателей нового продукта во владельцев продукта. Изначально продукт никому не известен, и для того, чтобы люди начали его приобретать, он рекламируется. В итоге люди покупают продукт либо под воздействием рекламы, либо узнав о нем от знакомых [4].

Далее модель была дополнена клиентской составляющей из теории системы сбалансированных показателей эффективности предприятия, которая определяет долю рынка фирмы и ее конкурентов, а так же сегменты рынка, в которых компания может добиться наибольшего успеха. При таком подходе факторами влияния на покупателей являются экономические показатели, универсальные для практически всех типов организации.

Таким образом, в предложенной модели учитываются следующие факторы влияния: реклама, слухи, экономические показатели и фактор, который описывает онлайн покупки товаров под влиянием предложенных рекомендаций.

В результате исследования инструментов имитационного моделирования по двум критериям (инструмент общего назначения и гибкость) была выбрана среда моделирования AnyLogic [5].

В данной среде с использованием системно-динамического подхода к моделированию была разработана модель оценки эффективности использования персонифицированной рекомендательной системы для информационно-управляющих систем на примере интернет-магазина (рис. 1).

Прежде всего, в отличие от классической модели разработанная модель рассматривает не продвижение инновационного продукта на рынке, а процесс становления потенциальных покупателей лояльными в контексте интернет-магазина.

Доля рынка является главным ресурсом в этой модели, которая перераспределяется между двух накопителей: PotentialAdopters и LoyalAdopters. Накопитель LoyalAdopters отражает часть всех покупателей на рынке, которые предпочитают исследуемый интернет-магазин. Накопитель PotentialAdopters показывает долю рынка конкурентов. Еще одним важным параметром модели является накопитель Transactions, который отражает количество транзакций интернет-магазина.

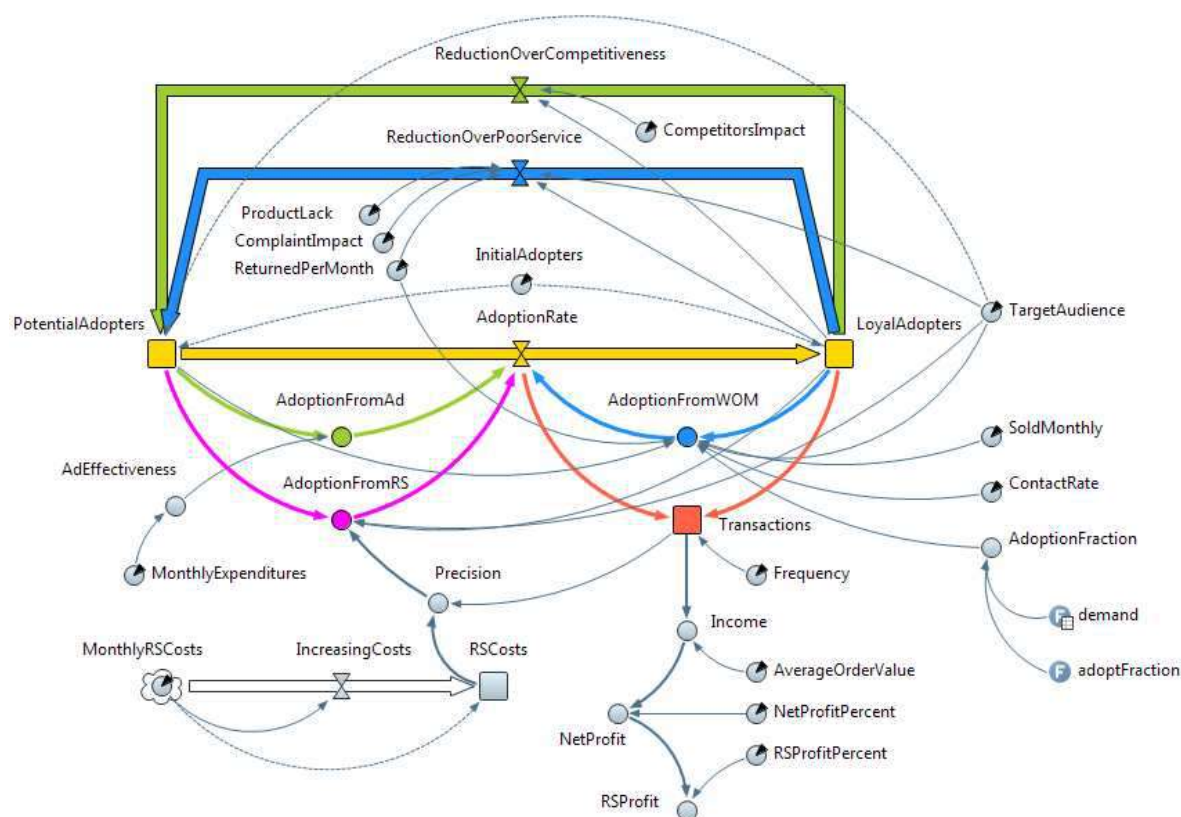


Рис. 1. Модель оценки эффективности использования персонализированной рекомендательной системы для интернет-магазина

Поток AdoptionRate – это поток приобретения продукта, увеличивающий число лояльных покупателей интернет-магазина и уменьшающий численность потенциальных потребителей. Его влияние состоит из трех факторов, представленных вспомогательными переменными:

- AdoptionFromWOM описывает увеличение доли рынка интернет-магазина благодаря положительным отзывам довольных клиентов.
- AdoptionFromAd описывается влияние инвестиций в маркетинговые проекты.
- AdoptionFromRS описывает увеличение числа покупок в интернет-магазине, происходящее за счет повышения точности рекомендаций.

Также интернет-магазин может потерять свою долю рынка. Это происходит из-за плохого качества товаров, услуг, неудобного пользовательского интерфейса и из-за эффективных маркетинговых стратегий конкурентов. Поток ReductionOverPoorService и ReductionOverCompetitiveness описывают эти аспекты.

Основная переменная, которую требуется определить в результате, это точность рекомендательной системы Precision. Модель отражает, что

получить более высокую точность рекомендаций можно при увеличении инвестиций в рекомендательную систему и при этом она зависит от количества транзакций.

Основные параметры модели и их описания приведены в таблице.

Параметры модели

Имя параметра	Описание параметра
AverageOrderValue	Средняя стоимость заказа в интернет-магазине
ContactRate	Предполагаемая частота контактов потенциальных потребителей с клиентами интернет-магазина
ComplaintsImpact	Количество покупателей, которые ежемесячно уходят к конкурентам из-за негативных отзывов клиентов
CompetitorsImpact	Доля клиентов, которые уходят к конкурентам вследствие их удачных рекламных кампаний
Frequency	Частота повторных покупок лояльных потребителей
InitialAdopters	Начальное значения накопителя LoyalAdopters
MonthlyExpenditures	Максимально возможные ежемесячные расходы на рекламные кампании
MonthlyRSCosts	Максимально возможные ежемесячные расходы на рекомендательную систему
NetProfitPercent	Процент, который составляет чистая прибыль от общей прибыли интернет магазина
ProductLack	Количество товаров, отсутствующих на складе
ReturnedPerMonth	Количество возвратов товаров за месяц
RSProfitPercent	Процент, который составляет прибыль, полученная от работы рекомендательной системы, от чистой прибыли интернет-магазина
SoldMonthly	Количество товаров, проданных за месяц
TargetAudience	Рынок с точки зрения количества клиентов, которые совершали покупки в интернет-магазине хотя бы раз за свою жизнь. Является начальным значением накопителя PotentialAdopters

Сбор данных для тестирования модели является одной из важных задач. Интернет-магазин бижутерии и аксессуаров BeBeauty был выбран в качестве исследуемого для проверки работоспособности модели.

В связи с этим было проведено два эксперимента. Первый экспери-

мент проводился на основе результатов открытых исследований и данных из годовых отчетов интернет-магазина.

Второй эксперимент проводился с целью определить необходимость внедрения для интернет-магазина ВеBeauty рекомендательной системы и рассчитать оптимальную точность этой системы.

Первый эксперимент нацелен на проверку работы модели при начальных входных параметрах без рекомендательной системы. В качестве тестовых данных были взяты данные из годового отчета исследуемого интернет-магазина за 2013 год. В качестве входных данных моделирования были поданы данные на начало отчетного периода, и произведена настройка элементов модели таким образом, чтобы на выходе результаты совпали с итоговыми данными отчетов. На рис. 2 приведены графики с результатами моделирования клиентской удовлетворенности исследуемого интернет-магазина, где по оси X моделируемое время в годах, а по оси Y количество человек.



Рис. 2. Результаты моделирования клиентской удовлетворенности исследуемого интернет-магазина

Второй эксперимент проводился с целью определить значение точности рекомендательной системы, которую возможно потребуется установить для исследуемого интернет-магазина.

После верификации модели клиентской удовлетворенности исследуемого интернет-магазина, для того, чтобы определить какой процент от чистой прибыли составляет прибыль от рекомендательной системы, было проведено моделирование с учетом внедрения рекомендательной системы.

Судя по графикам *Loyal Adopters* и *Potential Adopters* на рис. 3, доля рынка исследуемого магазина стала увеличиваться в равной степени благодаря маркетинговой стратегии и положительным отзывам клиентов. График *AdoptionFromAd* имеет вид скачкообразной кривой из-за сезонности спроса на товары. Приток клиентов превосходит отток в значительной мере, а значит, результаты работы модели можно считать удовлетворительными.

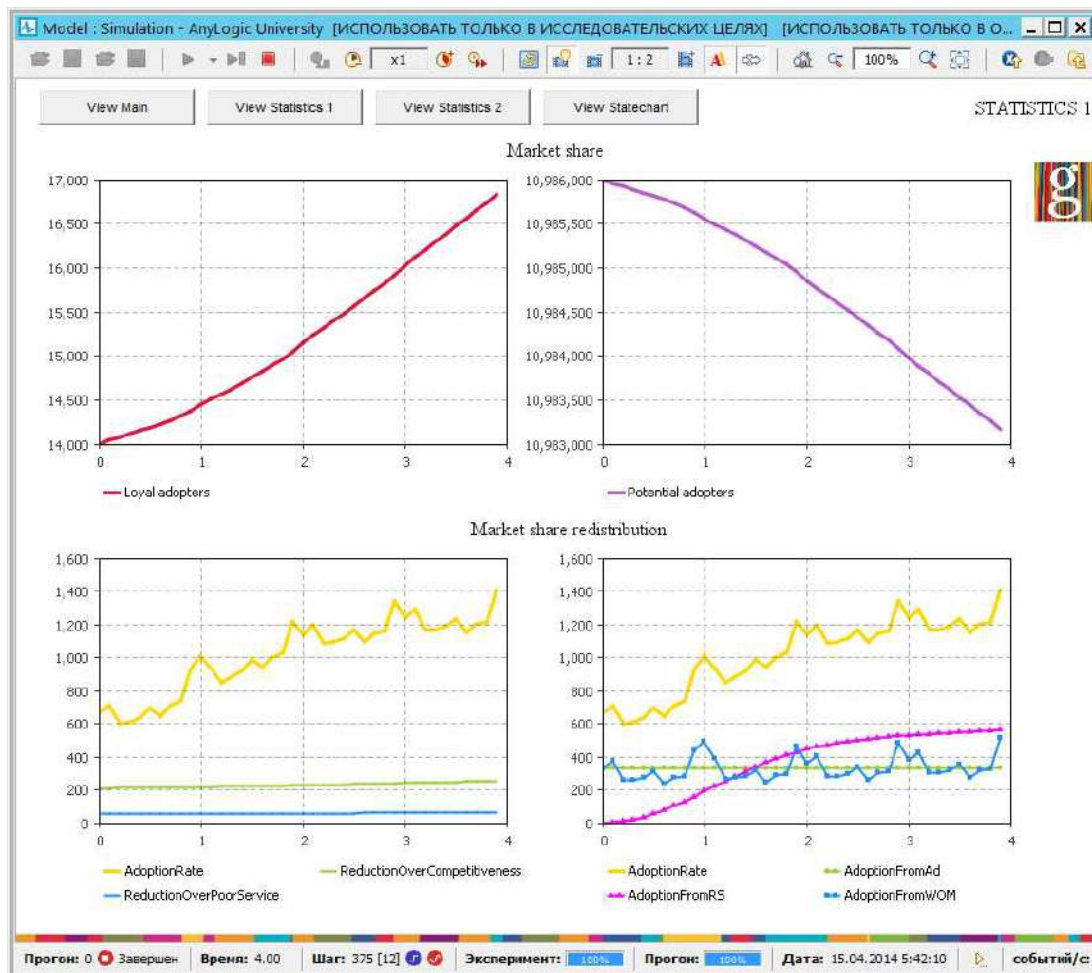


Рис. 3. Результаты моделирования с учетом факторов влияния персонафицированной рекомендательной системы исследуемого интернет-магазина

Далее, сравнивая значение прибыли в первом эксперименте с полученным, разница составила примерно 30 % от чистой прибыли. Значит, значение параметра RSProfitPercent будет равно 0,3. Подставив полученный результат и проведя очередное моделирование, были получены следующие результаты (рис. 4).

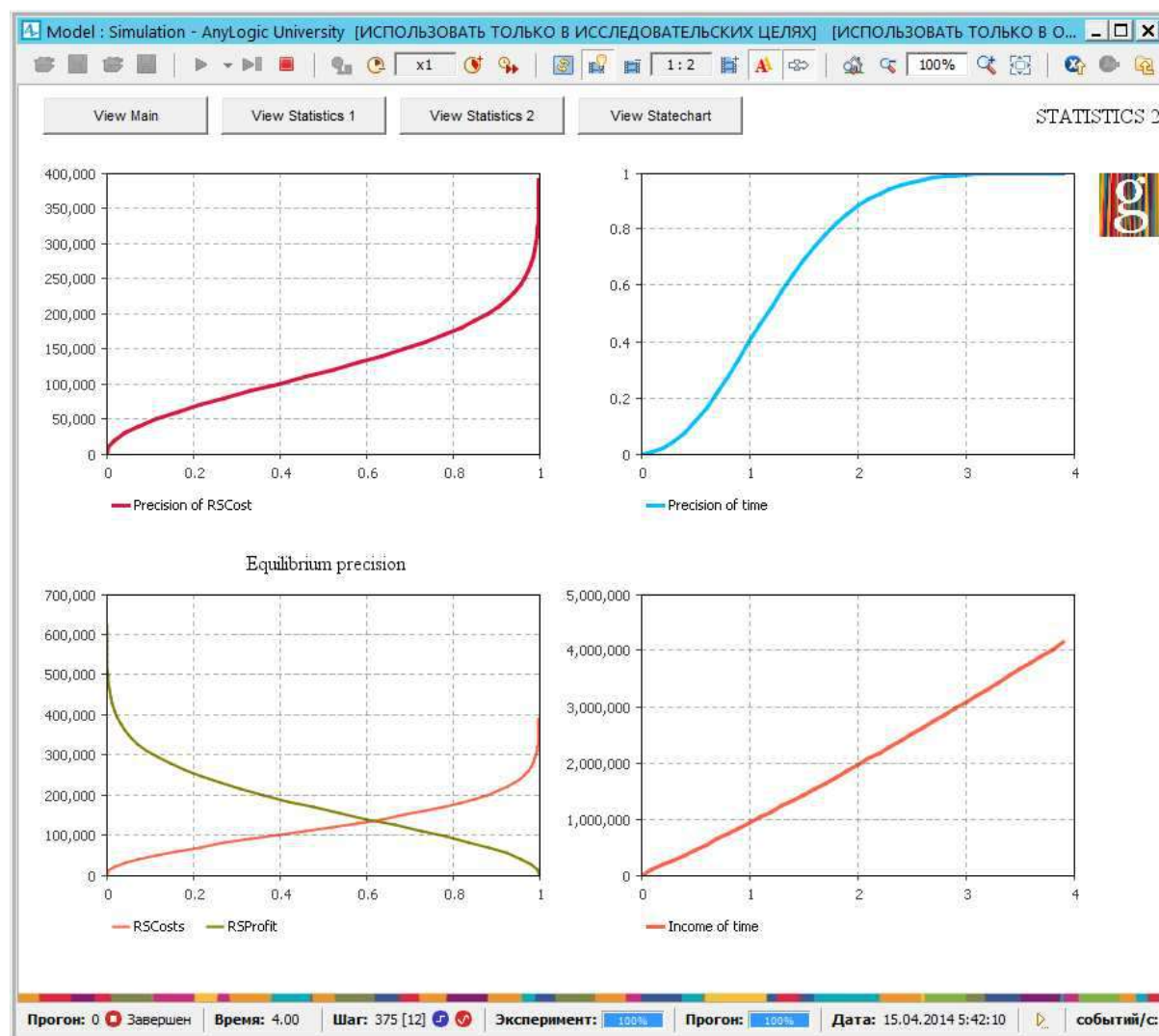


Рис. 4. Результаты определения оптимальной точности персонализированной рекомендательной системы исследуемого интернет-магазина

Точка пересечения кривой зависимости затрат от точности RSCosts и кривой, показывающей уменьшение чистой прибыли от неточных рекомендаций RSProfit, определяет оптимальную точность для рекомендательной системы. Как видно на графике Equilibrium precision (по оси X точность, по оси Y денежные средства в рублях), равновесное значение точности для исследуемого интернет-магазина равно 0,62. Таким образом, для

исследуемого интернет-магазина, внедрение персонифицированной рекомендательной системы является эффективным, а расчетная оптимальная точность показывает каковы должны быть затраты на рекомендательную систему при максимизации прибыли интернет-магазина.

Предложенная программная модель позволяет руководителям интернет-магазинов использовать ее, настраивая под свои цели и задачи, для оценки эффективности внедрения новой или использования уже существующей персонифицированной рекомендательной системы, а также моделирования работы интернет-магазина и составления прогнозов, которые помогут принять стратегические решения в развитие ресурса.

В рамках работы получены следующие научные результаты и выводы:

- проведен сравнительный анализ методов и алгоритмов построения рекомендательных систем и выявлен критерий оценки эффективности использования рекомендательных систем.

- разработана системно-динамическая модель клиентской удовлетворенности, позволяющая оценить эффективность использования персонифицированной рекомендательной системы для информационно-управляющих систем на примере интернет-магазина.

- разработана программная реализация экспериментальной модели оценки эффективности использования персонифицированной рекомендательной системы для интернет-магазина, которая включает в себя изменяемые параметры, которые могут быть настроены для определенного интернет-магазина в зависимости от его показателей.

- получены результаты экспериментальных исследований на примере реального интернет-магазина, подтверждающие работоспособность модели, при изменении уровня точности рекомендательной системы.

В качестве критической оценки данной работы можно предложить следующие улучшения в предложенной модели:

- выявить дополнительные факторы, которые помогут повысить точность процесса моделирования.

- добавить дополнительные критерии оценки эффективности использования рекомендательных систем.

- добавить в модель функциональность, позволяющую предлагать пользователю ту рекомендательную систему, которая лучше всего подходит с точки зрения цены и качества.

Список литературы

1. Gediminas Adomavicius, Alexander Tuzhilin. Toward the next generation of recommendation systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. 2005.

Vol. 17, No. 6.

2. Recommender Systems Handbook. Ricci F. [et al.]. New York: Springer-Verlag, 2011.

3. Шестухин А.В., Григорьева К.Т. Анализ и комбинирование различных методов рекомендательных систем // 21-я Всероссийская межвузовская научно-техническая конференция студентов и аспирантов “Микроэлектроника и информатика – 2014”: тезисы докладов. М.: МИЭТ, 2014. С. 138.

4. Frank M. Bass. A new product growth model for consumer durables // Management Science. 1969. Vol. 15.

5. Киселева М.В. Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic: учебно-методическое пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 88 с.

Пуцин Михаил Николаевич, канд. техн. наук, доц., pmn@yandex.ru, Россия, Москва, Зеленоград, Национальный исследовательский университет "МИЭТ",

Шестухин Александр Викторович, асп., alevicsh@gmail.com, Россия, Москва, Зеленоград, Национальный исследовательский университет "МИЭТ",

Григорьева Ксения Тимуровна, студент, xena.grigoreva@gmail.com, Россия, Москва, Зеленоград, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"

EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF THE PERSONALIZED RECOMMENDATION SYSTEM IMPLEMENTATION

M.N. Pushchin, A.V. Shestuhin, K.T. Grigoreva

The simulation model allows to assess the effectiveness of implementing a personalized recommendation system for information management systems is shown. The results of simulation experiment on the proposed system dynamics model that confirms its efficiency and permit an assessment of the effectiveness of the use of the personalized recommendation system for information management systems, are given.

Key words: information management system, recommender system.

Pushchin Mikhail Nikolaevich, candidate of technical sciences, docent, pmn@yandex.ru, Russia, Moscow, Zelenograd, National Research University,

Shestuhin Aleksandr Viktorovich, postgraduate, alevicsh@gmail.com, Russia, Moscow, Zelenograd, National Research University,

Grigoreva Ksenia Timurovna, student, xena.grigoreva@gmail.com, Russia, Moscow, Zelenograd, National Research University