

В. Ю. Дубницкий¹, А. М. Кобылин¹, О. А. Кобылин²

¹ Харьковский учебно-научный институт ГВУЗ Университета банковского дела, Харьков, Украина

² Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ ИНТЕРВАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАЛЮТНЫХ ОПЕРАЦИЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННАЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Приведены основные сведения о программной системе, разработанной для мобильных устройств под операционную систему Android, предназначенной оперативно оценивать эффективность валютных операций в условиях стохастически неопределенной внешней экономической среды. При возможности обмена средств в национальной валюте (НВ) на СКВ (свободно конвертируемая валюта) и наоборот, целесообразно сравнивать результаты от непосредственного размещения имеющихся средств в депозиты, или опосредствованно, через другую валюту. Программная система позволяет оценивать эффективность депозита для следующих схем: размещение депозита в иностранной валюте с двойной конвертацией, размещение депозита в национальной валюте без конвертации; размещение депозита в национальной валюте с двойной конвертацией. Для выполнения расчетов использована интервальная и евклидова арифметика. Система реализует выполнение вычислений на основе классической системы аксиом интервальной арифметики и нестандартной системы аксиом. При выборе структуры предложенных формул выбраны те, которые обеспечивают наименьшую ширину интервала неопределенности. Разработанное приложение "Банковские конверсионные операции" ориентировано на студентов экономических специальностей, банковских работников и доступно всем лицам, желающим оценивать эффективность совмещения операции конверсии (обмена) валюты и наращение простых процентов. В условиях высокой волатильности валютных курсов, наблюдаемых в настоящее время всем мире, успех хозяйствующих субъектов зависит от правильно принятых решений на валютном рынке и таким образом повышает уровень экономических знаний субъекта экономической деятельности, необходимый для принятия правильных и обоснованных решений на валютном рынке. Разработанное приложение помогает оценить эффективность операций двойной конверсии и принимать рациональные решения.

Ключевые слова: конверсия валют; валютные операции; интервальные вычисления; системы аксиом классической интервальной математики; системы аксиом нестандартной интервальной математики.

Введение

В условиях высокой волатильности, а часто и стохастической неопределенности внешней экономической среды, замедления темпов экономического роста, исключения капиталов из инвестиционного рынка, ряда банкротств предприятий банковской сферы, особенное значение приобретает деятельность банков на фондовом рынке и связанных с этим валютных операций. Принятие решений относительно инвестирования банковского капитала в ценные бумаги характеризуется неполнотой и нечеткостью исходной информации, обусловленных большой размерностью задачи и влиянием многих внешних факторов. В условиях нестохастически заданной неопределенности наиболее эффективным является применение интервальных вычислений. Именно для этого создана программная система для вычисления эффективности валютных операций с ценными бумагами с использованием интервальных арифметических операций, которая предназначена для реализации на мобильных устройствах.

Постановка задачи. Разработка программной системы, которая бы обеспечивала выполнение расчетов в двух вариантах. В варианте евклидовой (классической) арифметики, которую необходимо использовать на стадии анализа деятельности банка за прошлый плановый период, и в варианте с использованием интервальных операций, который необходимо использовать на стадии планирования деятельности финансового учреждения в будущем плановом периоде.

Анализ литературы. В работах [1-4] подробно рассмотрены задачи, возникающие при выполнении валютных расчетов, методы их решения и экономический смысл получаемых результатов. Несмотря на использование в исследовательских целях современных методов прогнозирования валютного курса при проведении большинства практических расчетов, используют методику, описанную в работе [5, с. 30-35].

Так как описанная в данном сообщении программная система использует именно эту методику, то рассмотрим её подробно.

Введём следующие аббревиатуры: СКВ – свободно конвертируемая валюта, НВ – национальная валюта.

Будем рассматривать следующие операции:

1. Размещение депозита в иностранной валюте без конверсии: СКВ→СКВ;
2. Размещение депозита в иностранной валюте с двойной конверсией: СКВ→НВ→НВ→СКВ;
3. Размещение депозита в национальной валюте без конверсии: НВ→НВ;
4. Размещение депозита в национальной валюте с двойной конверсией: НВ→СКВ→СКВ→НВ.

В дальнейшем используем следующие условные обозначения: P_v – сумма депозита в СКВ; P_n – сумма депозита в НВ; S_v – наращенная сумма в СКВ; S_n – наращенная сумма в НВ; K_0 – курс обмена в начале операции (курс СКВ по отношению к НВ, выраженный в единицах НВ); K_1 – курс обмена в конце операции, курс СКВ по отношению к НВ,

выраженный в единицах НВ; n – срок депозита (годы); i – годовая ставка наращивания для депозитов в НВ; j – годовая ставка наращивания для депозитов в СКВ; i_{op} – доходность операции.

Результаты исследований

Рассмотрим вариант размещения депозита по схеме: СКВ→НВ→НВ→СКВ.

Конечная сумма валютного депозита в СКВ, с учётом роста вклада по схеме простых процентов, может быть определена используя выражения (1) и (2):

$$S_v = P_v K_0 (1 + ni) / K_i; \quad (1)$$

$$S_v = P_v \cdot (K_0 / K_1) \cdot (1 + ni). \quad (2)$$

Очевидно, что с позиций классической математики эти выражения эквивалентны. В работе [6] отмечено, что в интервальной арифметике величина интервала, содержащего результат вычислений, зависит от вида формулы, по которой эти вычисления выполняются. Обоснование выбора того или иного выражения будут рассмотрены ниже.

Множитель наращивания депозита при его размещении по варианту СКВ→НВ→НВ→СКВ определяют, используя выражения (3) и (4):

$$m = (K_0 / K_1) (1 + ni); \quad (3)$$

$$m = \frac{1 + ni}{K_1 / K_0}. \quad (4)$$

Относительную эффективность рассматриваемой операции, величину i_3 , оценивают по условию (5):

$$i_3 = \frac{S_v - P_v}{P_v n}, \quad (5)$$

для её оценивания используют выражения (6) – (8):

$$i_3 = ((K_0 / K_1) (1 + ni) - 1) / n; \quad (6)$$

$$i_3 = ((1 + ni) / (K_1 / K_0) - 1) / n; \quad (7)$$

$$i_3 = (m - 1) / n. \quad (8)$$

Величину предельных значений абсолютного K_{nv} и относительного k_{nv} курсов обмена в конце операции, оценивающих её эффективность, определяют, используя выражения (9) и (10):

$$K_{nv} = K_0 \frac{1 + ni}{1 + nj}; \quad (9)$$

$$k_{nv} = \frac{1 + ni}{1 + nj}. \quad (10)$$

Правило принятия решения в случае использования величины K_{nv} следующее: если $K_{nv} < K_1$, то выгоден вариант СКВ→НВ→НВ→СКВ; если $K_{nv} \geq K_1$, то выгоден вариант СКВ→СКВ.

Правило принятия решения в случае использования величины k_{nv} следующее: если $k_{nv} < k$, то выгоден вариант СКВ→НВ→НВ→СКВ; если $k_{nv} \geq k$, то выгоден вариант СКВ→СКВ.

В условии (10) принято, что:

$$k_{nv} = K_1 / K_0. \quad (11)$$

Рассмотрим четвёртый вариант размещения депозита по схеме: НВ→СКВ→СКВ→НВ. Нарощенную сумму в национальной валюте, величину S_n , определяют, используя выражения (12) и (13):

$$S_n = \frac{P_n}{K_0} (1 + nj) K_1. \quad (12)$$

$$S_n = P_n (1 + nj) \cdot (K_1 / K_0). \quad (13)$$

Эффективность рассматриваемой операции определяют по условиям (14) и (15):

$$i_3 = \frac{(K_1 / K_0) (1 + nj) - 1}{n}. \quad (14)$$

$$i_3 = \frac{k (1 + nj) - 1}{n}. \quad (15)$$

Правила принятия решения о выборе одного из двух вариантов (варианта 3 или варианта 4), то есть размещение депозита в национальной валюте без конверсии (НВ → НВ), или размещение депозита в национальной валюте с двойной конверсией (НВ → СКВ → СКВ → НВ) следующие.

При использовании величины K_{nv} принимаем следующее: если $K_{nv} > K_1$, то выгоден вариант СКВ→НВ→НВ→СКВ; если $K_{nv} < K_1$, то выгоден вариант НВ→НВ.

При использовании величины k_{nv} принимаем следующее: если $k_{nv} > k$, то выгоден вариант СКВ→НВ→НВ→СКВ, если $k_{nv} \leq k$, то выгоден вариант НВ→НВ.

Арифметические операции с интервальными числами выполняют согласно правил классической интервальной арифметики [5, 6]:

Современные методы интервального анализа, кроме интервальных арифметических операций, имеют достаточно развитые способы для решения многих задач, но для сложных систем применение интервального анализа дает неудовлетворительные результаты из-за чрезмерной ширины вычисленных интервалов. Чаще всего это происходит от того, что пессимистические оценки точности оказываются на порядок хуже, чем реально достижимая точность результата. Кроме того, возникает природное противоречие между относительно большим диапазоном интервальных значений, которые отражают низкую точность соответствующих значений, и предельно точным заданием границ интервалов. Таким образом, общий недостаток этих методов – широкие интервальные оценки результата, что неприменимо не только для проведения практических расчетов, но и для дальнейшего анализа данной модели.

В данной программной системе, выполненной в виде приложения под операционную систему Android для мобильных устройств, включающую специализированный интервальный калькулятор и встроенные функции для выполнения банковских операций при конверсии валютных операций, ис-

пользуются нестандартные интервально-арифметические операции, что позволило упростить их применение при практических расчетах. [5]

Исследования, выполненные авторами в последние годы, показали, что наиболее удобной для реализации в мобильных устройствах может быть интервальная арифметика в системе «Центр - радиус». Ее теоретические основы изложены в работе [7], программная реализация описана в работе [8].

Для решения поставленных задач разработана программная система, которая реализована на языке Java и дает возможность выполнить расчеты, используя рассмотренные в данной работе виды интервальной математики. Вид окна основной активности приведен на рис. 1, а. Здесь перечислены все категории работ, которые может выполнять приложение. На рис. 1, б показано окно активности «Назначение приложения Банковские конверсионные операции».

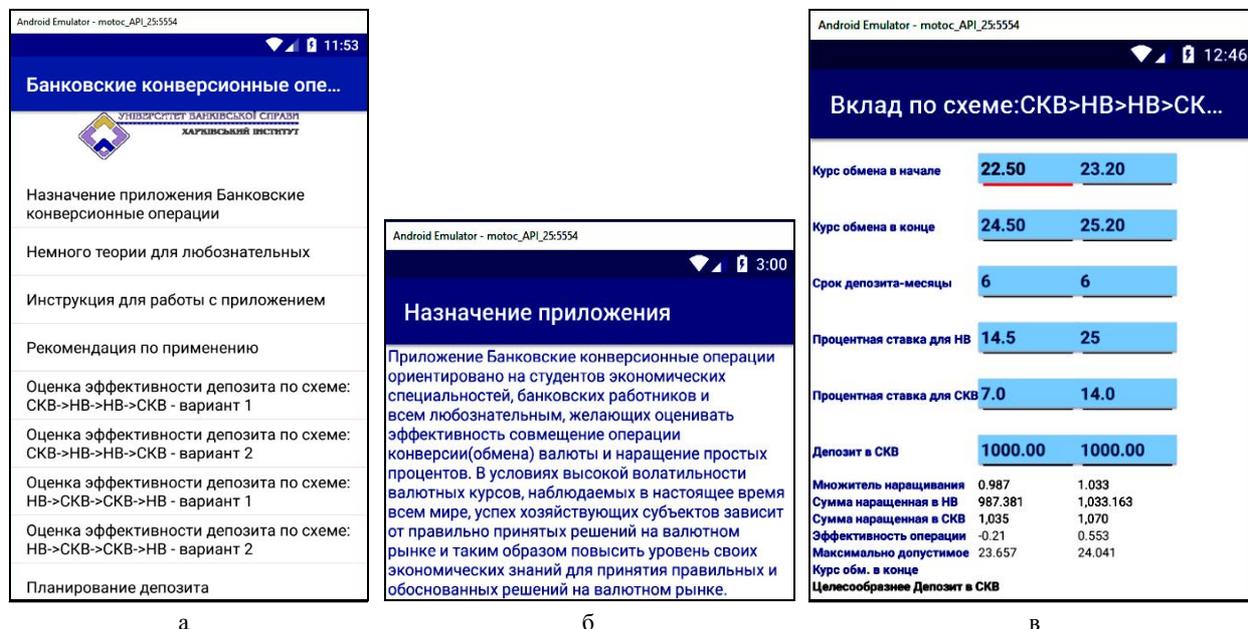


Рис. 1. Окна активности приложения “Банковские конверсионные операции”

Приложение позволяет оценить эффективность депозита по различным схемам:

1. Оценка эффективности депозита по схеме СКВ→НВ→НВ→СКВ (вариант 1). Выполняет интервальные вычисления с использованием аксиом классической интервальной математики. Данная схема предполагает, что за СКВ покупается НВ, в НВ открывается депозит, по окончании срока депозита за наращенную сумму в НВ покупается СКВ. Вид окна активности для этого варианта приведен на рис 1, в.

2. Оценка эффективности депозита по схеме СКВ→НВ→НВ→СКВ (вариант 2). Выполняются интервальные вычисления со средними значениями параметров и значениями интервалов задаются как процент отклонения от среднего значения. Процент отклонения задаётся с помощью перемещения ползунка. Если пользователь установил ползунок на 0%, вычисления производятся в обычной (эвклидовой) математике. Если пользователь установил ползунок в значение от 1 до 30%, вычисления выполняются в интервальной математике в системе «Центр-радиус». В этом случае в качестве центра принимается среднее значение, например, среднее между курсом покупки и продажи валюты. Радиус определяется автоматически от введенного среднего и установленного пользователем процентного отклонения. Вид окна активности для этого варианта приведен на рис 2, а.

3. Оценка эффективности депозита по схеме НВ→СКВ→СКВ→НВ (вариант 1), выполняет интервальные вычисления с использованием аксиом классической интервальной математики. Данная схема предполагает, что за НВ покупается СКВ, в СКВ открывается депозит, по окончании срока депозита за наращенную сумму в СКВ покупается НВ. На рис. 2, б приведены результаты по оценке эффективности депозита по схеме НВ→СКВ→СКВ→НВ.

4. Результаты по оценке эффективности депозита по схеме НВ→СКВ→СКВ→НВ (вариант 2) приведены на рис. 2, в. Выполняются интервальные вычисления со средними значениями параметров и значения интервалов задаются как процент отклонения от среднего значения. Процент отклонения задается с помощью перемещения ползунка. Если пользователь установил ползунок на 0%, вычисления производятся в обычной (эвклидовой) математике. Если пользователь установил ползунок в значение от 1 до 30%, вычисления выполняются в интервальной математике в системе «Центр-радиус». В этом случае в качестве центра принимается среднее значение, например, среднее между курсом покупки и продажи валюты. Радиус определяется автоматически от введенного среднего и установленного пользователем процентного отклонения. Данная схема предполагает, что за НВ покупается СКВ, в СКВ открывается депозит, по окончании срока депозита за наращенную сумму в СКВ покупается НВ.

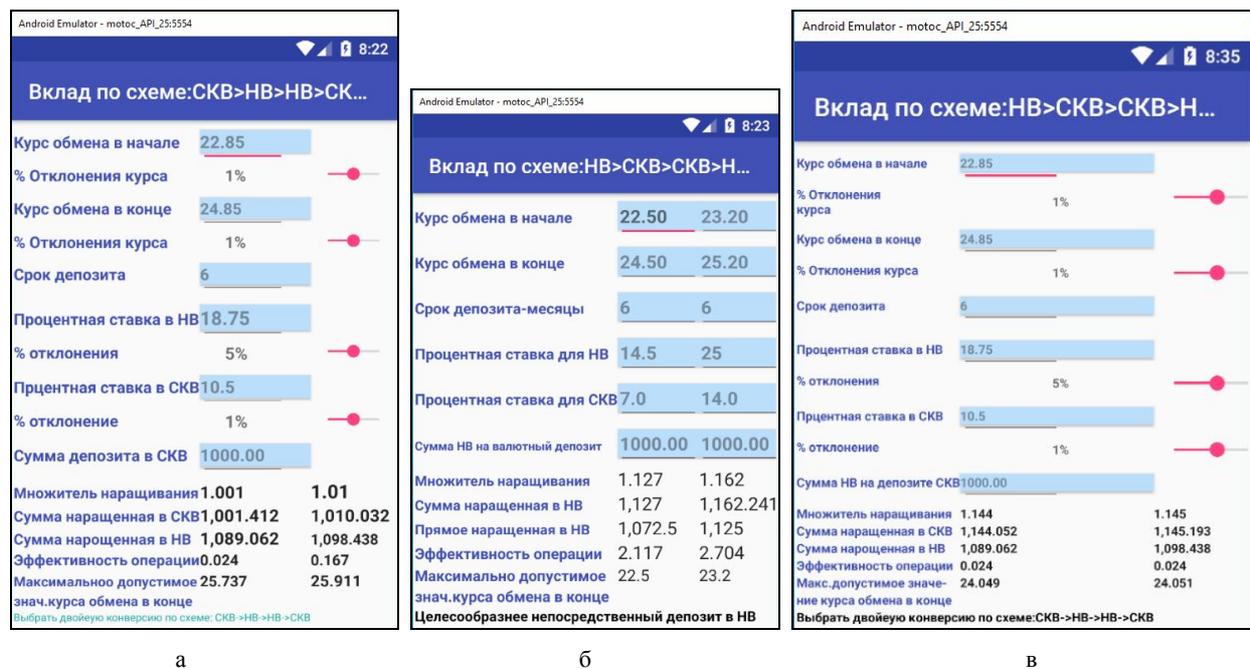


Рис. 2. Окна активности для расчетов по различным схемам

В результате расчета по каждому из пунктов 1- 4 определяется прибыльность конверсионной операции, выполняется анализ и предоставляются рекомендации пользователю о выборе схемы выполнения. Кроме того, при всех упомянутых расчетах производится оценка эффективности операции. Отрицательные значения свидетельствуют об убыточности операции двойного конверсии. В рассмотренных примерах наиболее эффективной оказалась операция вклада по схеме $NB \rightarrow CKB \rightarrow CKB \rightarrow NB$ при курсе обмена в начале операции равном [22.50; 23.50], курсе обмена в конце операции равном [24.50; 25.20], сроке депозита в месяцах равном [6; 6], процентной ставке для NB равной [14.5; 25], процентной ставки для CKB равной [7.0, 14.0], сумме NB на валютном депозите равной [1000.0; 1000.0]. Эффективность операции для этих данных оказалась равной [2.117; 2.704]. Рекомендуется для выбранных данных выполнить расчет по планированию депозита. Результаты приведены на рис. 3.

Выводы

1. Приведены основные сведения о программной системе, предназначенной для выполнения валютных расчетов в условиях стохастически неопределенной внешней экономической среды.



Рис. 3. Результаты расчета по планированию депозита

2. Приложение оценивает эффективность депозита по следующим схемам: размещение депозита в иностранной валюте без конверсии; размещение депозита в иностранной валюте с двойной конверсией; размещение депозита в национальной валюте без конверсии; размещение депозита в национальной валюте с двойной конверсией.

3. Для выполнения расчетов использована интервальная математика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Дубницький В. Ю. Використання нестандартних інтервальних операцій для зменшення невизначеності у процесі виконання фінансових розрахунків / В. Ю. Дубницький, А. М. Кобилін // Вісник університету банківської справи Національного банку України. – 2014. – № 1 (19). – С. 255-260.
- Герцкович Д. А. Финансовые рынки: система игры на противофазе / Д. А. Герцкович. – Иркутск : Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2012. – 156 с.
- Марина Е.В. Метаматематическое моделирование прогноза валютных курсов / Е. В. Марина // Молодежь XXI века : шаг в будущее. – 2011. – Т. 8. – С. 53-54.
- Четыркин Е. М. Методы финансовых и коммерческих расчетов / Е. М. Четыркин-М.: «Дело Лтд», 1995. – 320 с.
- Алефельд Г. Введение в интервальные вычисления / Г. Алефельд, Ю. Херцбергер. – М.: Мир, 1987. – 259 с.
- Шарый С. П. Конечномерный интервальный анализ / С. П. Шарый. – Новосибирск : XYZ, 2010. – 601 с.
- Жуковська О. А. Основи інтервального аналізу / О. А. Жуковська. – К.: Освіта України, 2009. – 136 с.

8. Дубницький В. Ю. Вычисление значений элементарных функций с интервально заданным аргументом в системе центр-радиус / В. Ю. Дубницький, А. М. Кобылин, О. А. Кобылин // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2016. – Вип. 7 (144). – С. 107-112.
9. Дубницький В. Ю. Финансово-аналитический программный калькулятор для выполнения валютных расчетов в условиях стохастически неопределенной внешней экономической среды / В. Ю. Дубницький, А. М. Кобылин, И. В. Шкодина // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2016. – Вип. 1 (138). – С. 107-112.

REFERENCES

1. Dubnitskiy, V.J. and Kobylin, A.M. (2014), "Use of non-standard interval operations to reduce uncertainty in the process of performing financial calculations", *Bulletin of the University of Banking of the National Bank of Ukraine*, No. 1(19), pp. 255-260.
2. Gercekovich, D.A (2012), *Financial markets: the system of play on the antiphase*, Irkutsk State University, Irkutsk, 156 p.
3. Marina, E.V. (2011), "Metathematic modeling of the forecast of exchange rates", *Youth of the XXI century: a step into the future*, Vol. 8, pp. 53-54.
4. Chetyrkin, E.M. (1995), *Methods of financial and commercial calculations*, Delo Ltd, Moscow, 320 p.
5. Alefeld, G and Herzberger, J. (1983), *Introduction to interval computation*, ACADEMIC PRESS, Paris, 360 p.
6. Sharyj, S.P. (2010), *Finite-dimensional interval analysis*, XYZ, Novosibirsk, 601 p.
7. Zhukovskaja, O.A. (2009), *Bases of interval analysis*, Osvita Ukrainy, Kyiv, 136 p.
8. Dubnitskiy, V.Yu, Kobylin, A.M. and Kobylin, O.A. (2016), "Calculation of elementary function values with interval stated argument determined in center-radius system", *Information Processing Systems*, No. 7 (144), pp. 107-121.
9. Dubnitskiy, V.Yu., Kobylin, A.M. and Shkodyna, Y.V. (2016), "Financial analytical calculator for currency calculations under stochastically indeterminate ambient economic environment", *Information Processing Systems*, No. 1(138), pp. 107-112.

Received (Надійшла) 21.05.2018

Accepted for publication (Прийнята до друку) 27.06.2018

**Програмна система оперативної оцінки інтервальної ефективності валютних операцій,
яка призначена для мобільних пристроїв**

В. Ю. Дубницький, А. М. Кобылін, О. А. Кобылін

Наведено основні відомості про програмну систему, розроблену для мобільних пристроїв під операційну систему Android, яка призначена оперативно оцінювати ефективність валютних операцій в умовах стохастично невизначеного зовнішнього економічного середовища. При наявності вибору засобів обміну засобів національної валюти (НВ) на ВКВ (вільно конвертовану валюту) і навпаки, доцільно порівняти результати від безпосереднього розміщення наявних коштів в депозити, або опосередкований, через іншу валюту. Програмна система дозволяє оцінювати ефективність депозиту для наступних схем: розміщення депозиту в іноземній валюті з подвійною конвертацією, розміщення депозиту в національній валюті без конвертації; розміщення депозиту в національній валюті з подвійною конвертацією. Для виконання розрахунків використана інтервальна і евклідова арифметика. Система реалізує виконання обчислень на основі класичної системи аксіом інтервальної арифметики і нестандартної системи аксіом. При виборі структури запропонованих формул вибрані ті, які забезпечують найменшу ширину інтервалу невизначеності. Розроблене застосування "Банківські конверсійні операції" орієнтовано на студентів економічних спеціальностей, банківських працівників і доступно всім особам, охочих оцінювати ефективність поєднання операції конверсії(обміну) валюти і нарощування простих відсотків. В умовах високої волатильності валютних курсів, яке має місце у всьому світі, успіх господарюючих суб'єктів залежить від правильно ухвалених рішень на валютному ринку і таким чином підвищує рівень економічних знань, який необхідно мати суб'єкту господарчої діяльності для прийняття правильних і обґрунтованих рішень щодо операцій на валютному ринку. Розроблене застосування допомагає оцінити ефективність операцій подвійної конверсії і зробити обґрунтований висновок.

Ключові слова: конверсія валют; валютні операції; інтервальні обчислення; системи аксіом класичної інтервальної математики; системи аксіом нестандартної інтервальної математики.

Software system exchange operations immediate estimation for mobile devices running

V. Dubnickij, A. Kobylin, O. Kobylin

Here described the essentials of a problem-solving environment that was developed for mobile devices running under Android operating system, which was destined for exchange operations immediate estimation in the context of stochastically indefinite external economic environment. Given the chance to exchange funds in native currency for freely convertible currency and conversely, it's viable to compare the results of available funds direct distribution to bank deposit or intermediated through another currency. The application system allows evaluating the deposit effectiveness for following schemes: opening deposit in foreign exchange with double conversion, opening deposit in native currency without conversion, opening deposit in native currency with double conversion. Interval analysis and Euclidean arithmetic used to perform accounting. System implements accounting based on interval axiom classical scheme and substandard axiom scheme. When choosing the formula structure used those which provides the least width of interval of uncertainty. Developed "Banking Forex transaction" application oriented toward students of economical specialty, bank official and all people that want to evaluate the efficiency of funds exchange and percentage buildup. In the conditions of high volatility of exchange rates, currently observed all over the world, the success of economic agents depends on correctly taken decisions in the foreign exchange market and thus raises the level of economic knowledge of the process owner, that's required for making correct and an efficient solution on the currency market. Developed application helps to evaluate efficiency of the double conversion and make an efficient solution.

Keywords: currency conversion; currency operations; interval calculations; axiom systems of classical interval mathematics; system of axioms of non-standard interval mathematics.