

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССОМ ПРОВЕДЕНИЯ ПЛАТЕЖА В СИСТЕМЕ МОМЕНТАЛЬНЫХ ПЛАТЕЖЕЙ

Д.Р. Богданова, В.А. Котельников, Н.И. Юсупова

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа, Россия

Рассматривается поддержка принятия решений при управлении процессом проведения платежа в системе моментальных платежей. Приведен обзор современных публикаций на тему исследования. Система моментальных платежей функционирует в сети платежных систем посредников. За проведение платежа посредники платят вознаграждение рассматриваемой системе. Посредники получают более выгодные условия от провайдеров за больший объем проведенных через них платежей. Задача проведения платежа рассматривается как задача нахождения критического пути в графе сети платежных систем посредников. Платежи проводятся по оптимальному маршруту для каждого обслуживаемого провайдера. Функцией оптимизации является критерий управления процессом проведения платежа. Критерием управления выступает максимизация возможного вознаграждения от проведения платежа или минимизация времени проведения платежа. Выбор критерия управления производится ЛПР в зависимости от целей системы моментальных платежей и состояния сети систем платежей посредников. Предложено алгоритмическое и программное обеспечение модуля проведения платежа системы моментальных платежей. Разработанное алгоритмическое обеспечение состоит из алгоритма работы модуля проведения платежа и алгоритма нахождения маршрута проведения платежа, основанного на алгоритме Форда для нахождения критического пути в сетевом графике. Для разработки приложения «Модуль проведения платежа» был использован объектно-ориентированный язык программирования C#. Проведен численный эксперимент, показавший работоспособность предложенного подхода к поддержке принятия решений при управлении процессом проведения платежа в системе моментальных платежей. Полученные результаты времени проведения платежа соответствуют приемлемым для рынка платежей границам. Полученное вознаграждение является удовлетворительным финансовым результатом.

Ключевые слова: поддержка принятия решений, система моментальных платежей, проведение платежей, задача нахождения критического пути, алгоритм Форда.

Введение

Современный рынок изобилует товарами и услугами, многие из которых продаются дистанционно и требуют специальных механизмов проведения оплаты за них. Электронные платежные системы призваны решать задачу финансового посредничества между населением и провайдерами товаров и услуг. В работе рассматривается работа системы моментальных платежей (СМП). Такая система имеет два вида клиентов – население и провайдеры. Платежная система получает доход с населения в виде процента от проводимой суммы и с провайдера в виде вознаграждения от проводимых объемов платежей. Провайдеры заинтересованы работать с крупными платежными системами, с большим объемом платежей и готовы стимулировать их более выгодными условиями договора и большим вознаграждением. Соответственно, платежным системам выгодно проводить через свои серверы платежи от других платежных систем. Таким образом формируется сеть платежных систем посредников. С другой стороны, существуют региональные провайдеры или мелкие интернет-магазины, которые не интересны крупным федеральным системам платежей. На помощь к ним приходят региональные системы, которые заключают с ними прямые договоры.

Для повышения эффективности процесса оказания услуг по оплате платежей населением в системе моментальных платежей необходима поддержка принятия решений при управлении процессом проведения платежа по сети посредников до провайдера товара или услуги. Рассматривается задача нахождения оптимального маршрута проведения платежа в зависимости от выбранного критерия управления данным процессом.

1. Степень проработанности темы исследования

Авторы в статьях [1–3] рассматривают сферу услуг как системообразующую для современной экономики. Системы поддержки принятия решений, несомненно, произвели революцию в сфере управления услугами. Принятие правильных решений имеет первостепенное значение для современного населения. Эта проблема в последнее время широко обсуждается многими авторами в их статьях. А. Шреста и др. [4] разработали инновационный подход, основанный на программной оценке процессов (SMPA), который автоматизирует оценку процессов ITSM и поддерживает принятие решений менеджерами ИТ-услуг. Подход SMPA включает в себя выбор процесса, онлайн-опрос для сбора оценочных данных, измерение возможностей процесса и конкретные рекомендации для менеджеров по улучшению процесса. С. Кандеа Ф.Дж. Филип [5] предлагают использовать новые концепции и информационные технологии в области компьютерной поддержки принятия групповых решений. Системы поддержки принятия решений необходимы во многих областях обслуживания. А. Винклер, Б. Хорват, Лукашевич и соавторы [6, 7] обратили внимание на интеллектуальные технологии принятия решений, которые могут поддерживать планирование транспортных систем. Затем показаны некоторые примеры того, как интеллектуальные когнитивные информационные технологии могут поддерживать эти решения и как они могут быть встроены в информационные услуги для пассажиров. Важным вопросом для рассмотрения являются электронные платежи. Подавляющему большинству населения приходится ежедневно пользоваться различными платежными системами. Согласно статье С. Катамадзе и Н. Топурии [8] система мгновенных платежей является безопасным решением для обработки платежей с помощью кредитных карт, виртуальных кошельков или наличными для многих типов провайдеров. Авторы считают, что эта система управляет своей собственной централизованной платформой, которая обеспечивает интерфейс между различными каналами для платежей и соответствующими получателями для обработки. Авторы [9–11] анализируют мобильные платежи с использованием биометрии и облачного хранилища, показывают надежность и эффективность предложенного решения. Авторы обращают внимание на влияние персональных особенностей на отношении клиентов к услугам электронных платежей. Работы [12–15] посвящены реализации систем электронных платежей с распределенной архитектурой, организации их безопасной и надежной работы.

2. Постановка задачи

Технологии платежных систем приводят к изменениям в привычках людей, которые делают интернет-покупки в любом месте и в любое время. Население также рассчитывает оплатить и получить свои покупки как можно быстрее. Поставщики и провайдеры, с другой стороны, хотят иметь уверенность в оплате, как только они выпустят свои товары и услуги. Таким образом стоит задача нахождения быстро и максимально выгодного для СМП маршрута проведения платежа по сети систем посредников [16].

Дано: заявки на проведение платежа (уникальный идентификационный номер платежа в СМП, уникальный идентификационный номер плательщика, сумма платежа, идентификационный номер провайдера, которому предназначается платеж); информация о сети посредников (количество узлов посредников (вершины графа-сети), количество договоров между посредниками (дуги графа-сети), максимальная очередь, которую может содержать узел), вознаграждение за прохождение платежа через узел-посредник и время этого прохождения.

Требуется найти: маршруты проведения каждого платежа с максимальной финансовой выгодой или с кратчайшим временем проведения платежа, начинающийся в узле-сервере системы моментальных платежей и заканчивающийся в узлах-провайдерах.

Пусть Q – количество провайдеров, тогда задача поиска оптимальных маршрутов проведения платежа сводится к решению Q задач поиска критического пути сетевого планирования для каждого провайдера. Задача нахождения критического пути является частным случаем транспортной задачи. Рассмотрим отдельно соответствующую задачу.

Доступную сеть посредников между СМП и провайдером можно представить в виде оргграфа $G(V, S, T, C)$ который не содержит контуров. Начальная вершина графа – это сервер системы моментальных платежей, целевая вершина – это сервер провайдера, где

$V = \{v_1, \dots, v_m\}$ – множество узлов посредников, m – количество узлов посредников;

$S = \{(v_i, v_j), i \neq j\}$ – множество дуг обработки платежа между посредниками, n – количество дуг обработки платежа;

Краткие сообщения

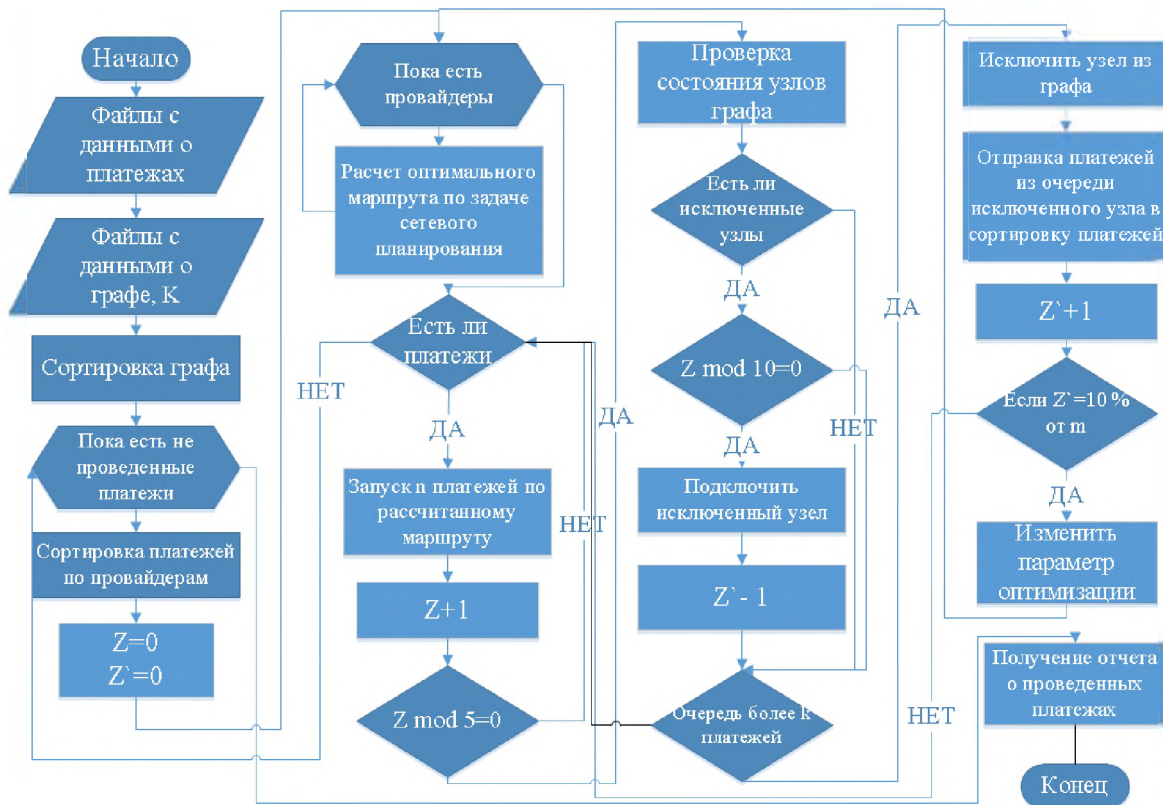
$T = \{\tau_{ij}\}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, m}$ – длительность обработки платежа по дуге $(v_i, v_j), i \neq j$;
 $C = \{c_{ij}\}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, m}$ – вознаграждение за проведение платежа по дуге $(v_i, v_j), i \neq j$,
 тогда R_k – путь k -го платежа от СМП до провайдера есть подмножество множества вершин V ;
 $T(R_k)$ – длительность проведения k -го платежа от СМП до провайдера;
 $C(R_k)$ – вознаграждение для СМП от проведения k -го платежа;
 Пусть $x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если из вершины } i \text{ платеж проходит в вершину } j, \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} i = \overline{1, m}, j = \overline{1, m}$.

Решением задачи является поиск допустимого маршрута, максимизирующего целевую функцию: $\mu(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \max$, если критерием управления процессом является максимально доступное вознаграждение, и минимизирующего: $\lambda(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \tau_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$, если критерием управления процессом является минимальное время проведение платежа.

Критерий управления задается ЛПР в зависимости от целей управления и состояния системы. Приоритетом является максимизация вознаграждения, но если в системе собирается очередь или сокращается сеть доступных узлов, то СППР предлагает ЛПР сменить критерий управления на минимизацию времени проведения платежа [17].

3. Алгоритм решения

Для решения поставленной задачи разработано алгоритмическое и программное обеспечение проведения платежа в СМП. На рисунке представлен разработанный алгоритм работы модуля проведения платежа, главным блоком которого является алгоритм задачи нахождения оптимального маршрута проведения платежа на основе алгоритма Форда.



Алгоритм работы модуля проведения платежей:

Z – количество итераций, Z' – количество исключенных узлов, m – общее количество узлов сети посредников, k – пороговое число очереди у посредника

На вход работы модуля поступают данные о платежах и посредниках. Данные о платежах и посредниках сортируются по провайдерам. Таким образом для каждого провайдера строится подграф посредников и список платежей на проведение. Для каждого провайдера находится оптимальный маршрут на основе алгоритма Форда в зависимости от критерия управления. Затем

производится запуск платежей, если на узле формируется очередь более k платежей, узел исключается из подграфа и происходит перерасчет оптимального маршрута. Если из сети посредников исключается более 10 % узлов, то меняется критерий управления.

4. Численный эксперимент

Для разработки приложения «Модуль проведения платежа» был использован объектно-ориентированный язык программирования С#. В ходе численного эксперимента на входе было 1000 платежей для 15 провайдеров. Сеть посредников состояла из 20 платежных систем. При оптимизации по вознаграждению среднее время проведения платежа составило 24,6 мс, среднее вознаграждение за платежи – 9 %. При оптимизации по времени среднее время проведения платежа составило 14,4 мс, среднее вознаграждение за платежи – 4 %.

Тестирование разработанного ПО показало, что программный продукт корректно выполняет свои функции. В экстремальных и исключительных ситуациях программа выдает сообщения о соответствующей ошибке и продолжает работу в штатном режиме. Полученные результаты времени проведения платежа соответствуют приемлемым для рынка платежей границам. Полученное вознаграждение является удовлетворительным финансовым результатом.

Заключение

Услуги по оплате платежей населением за товары и услуги провайдеров в системе моментальных платежей являются социально-значимыми. Повысить эффективность этих услуг можно за счет поддержки принятия решений при управлении процессом проведения платежа. Критерием управления в этом процессе будет функция оптимизации маршрута проведения платежа, максимизация возможного вознаграждения от проведения платежа или минимизация времени проведения платежа. Выбор критерия управления производится ЛПР в зависимости от целей системы моментальных платежей и состояния сети систем платежей посредников. Предложено алгоритмическое и программное обеспечение модуля проведения платежа системы моментальных платежей. Разработанное алгоритмическое обеспечение состоит из алгоритма работы модуля проведения платежа и алгоритма нахождения маршрута проведения платежа, основанного на алгоритме Форда для нахождения критического пути в сетевом графике. Для разработки приложения «Модуль проведения платежа» был использован объектно-ориентированный язык программирования С#. Проведен численный эксперимент, показавший работоспособность предложенного подхода к поддержке принятия решений при управлении процессом проведения платежа в системе моментальных платежей. Полученные результаты времени проведения платежа соответствуют приемлемым для рынка платежей границам. Полученное вознаграждение является удовлетворительным финансовым результатом.

Литература

1. Solomon, K. *The social system approach to institutions: examples from western economic history* / K. Solomon // *Журнал институциональных исследований*. – 2016. – Т. 8, № 3. – С. 6–34. DOI: 10.17835/2076-6297.2016.8.3.006-034
2. *Modeling technical and service efficiency* / E. Tsionas, A.G. Assaf, D. Gillen, A.S. Mattila // *Transportation Research Part B: Methodological*. – 2017. – Vol. 96. – P. 113–125. DOI: 10.1016/j.trb.2016.11.010
3. Хаваши, А. Социальные и бизнес-инновации: возможны ли общие подходы к измерению? / А. Хаваши // *Форсайт*. – 2016. – Т. 10, № 2. – С. 58–80. DOI: 10.17323/1995-459X.2016.2.58.80
4. Shrestha, A. *Innovative decision support for IT service management* / A. Shrestha, A. Cater-Steel, M. Toleman // *Journal of Decision Systems*. – 2016. – Vol. 25, iss. sup 1. – P. 486–499. DOI: 10.1080/12460125.2016.1187424
5. Căndeia, C. *Towards intelligent collaborative decision support platforms* / C. Căndeia, F.G. Filip // *Studies in Informatics and Control*. – 2016. – Vol. 25 (2). – P. 143–152. DOI: 10.24846/v25i2y201601
6. Lukashovich, N.S. *Analytic decision support system for small business crediting* / N.S. Lukashovich, D.A. Garanin // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*. – 2016. – № 5 (251). – С. 83–94. DOI: 10.5862/JE.251.8

7. Winkler, Á. *Intelligent decision support technologies in public and individual transport* / Á. Winkler, B. Horváth // *Intelligent Decision Technologies*. – 2017. – Vol. 11, no. 4. – P. 441–449.
8. Katamadze, S. *Instant payment system business model and technical description* / S. Katamadze, N. Topuria // *Computer Science and Telecommunications*. – 2018. – No. 1 (53). – P. 86–95.
9. Pasquet, M. *Instant payment versus smartphone payment: The big fight* / M. Pasquet, S. Gerbaix // *Proceedings of the 2017 3rd Conference on Mobile and Secure Services (MobiSecServ 2017), February 2017*.
10. *Mobile payments in global markets using biometrics and cloud* / D. Pal, P. Khethavath, T. Chen, Y. Zhang // *International Journal of Communication Systems*. – 2017. – Vol. 30 (14): e3293.
11. Yaokumah, W. *Demographic Influences on E-Payment Services* / W. Yaokumah, P. Kumah, E.S.A. Okai // *International Journal of E-Business Research*. – 2017. – Vol. 13 (1). – P. 43–63.
12. *Application of a New Service-Oriented Architecture (SOA) Paradigm on the Design of a Crisis Management Distributed System* / K. Domdouzis, S. Andrews, S. Hallam, B. Akhgar // *International Journal of Distributed Systems and Technologies*. – 2016. – Vol. 7 (2). – P. 1–17. DOI: 10.4018/IJDST.2016040101
13. Kumar, H. *A High Performance Model for Task Allocation in Distributed Computing System Using K-Means Clustering Technique* / H. Kumar, N.K. Chauhan, P.K. Yadav // *International Journal of Distributed Systems and Technologies*. – 2018. – Vol. 9 (3). – P. 1–23. DOI: 10.4018/IJDST.2018070101
14. Braeken, A. *An Improved E-Payment System and Its Extension to a Payment System for Visually Impaired and Blind People with User Anonymity* / A. Braeken // *Wireless Personal Communications*. – 2017. – Vol. 96, iss. 1, pp 563–581. DOI: 10.1007/s11277-017-4184-5
15. Kang, B. *A fair electronic payment system for digital content using elliptic curve cryptography* / B. Kang, D. Shao, J. Wang // *Journal of Algorithms & Computational Technology*. – 2017. – vol. 12 (1). – P. 13–19. DOI: 10.1177/1748301817727123
16. Kotelnikov, V.A. *Development of an Instant Payment System Based on a Single Information Space* / V.A. Kotelnikov, N.I. Yusupova // *Proceedings of the International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT 14), Sheffield, England, September 17–22, 2014*. – 2014. – Vol. 2. – P. 20–25.
17. Яхина, Е.И. *Управление качеством услуг финансового посредничества* / Е.И. Яхина, В.А. Котельников, Д.Р. Богданова // *Труды 3-й международной конференции «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений» (ITIDS'2015), 18–21 мая 2015 г., Уфа, Россия*. – Уфа, 2015. – Т. 2. – С. 153–163.

Богданова Диана Радиковна, канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной математики и кибернетики, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа; dianochka7bog@mail.ru.

Котельников Виталий Александрович, старший преподаватель кафедры вычислительной математики и кибернетики, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа; vit_kot@mail.ru.

Юсупова Нафиса Исламовна, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой вычислительной математики и кибернетики, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа; yussupova@ugatu.ac.ru.

Поступила в редакцию 21 июля 2019 г.

SUPPORTING DECISION MAKING IN MANAGING THE PROCESS OF PAYMENTS IN THE INSTANT PAYMENTS SYSTEM

D.R. Bogdanova, dianochka7bog@mail.ru,

V.A. Kotelnikov, vit_kot@mail.ru,

N.I. Yusupova, yussupova@ugatu.ac.ru

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation

The paper discusses decision support in managing the payment process in the instant payment system. Instant payment system operates in the network of intermediaries payment systems. A review of current research publications is given. The making a payment task is considered as the task of finding a critical path in the digraph of the intermediaries payment systems network. The optimization function is the criterion for managing the payment process. The management criterion is to maximize the possible remuneration from the payment or minimize the time of the payment. The choice of management criteria is made by the decision maker, depending on the goals of the instant payment system and the state of the intermediaries payment systems network. The proposed algorithms and software of payment module of instant payments system. The developed algorithmic support consists of the payment module algorithm and the algorithm for finding the payment route based on the Ford algorithm for finding a critical path in the network schedule. The object-oriented programming language C # was used for the development of the Payment module. A numerical experiment was carried out, which showed the efficiency of the proposed approach to decision support in managing the payment process in the instant payment system. The results of the payment time correspond to the acceptable for the market payments borders. Remuneration received is a satisfactory financial result.

Keywords: decision support, instant payment system, making payments, the task of finding a critical path, Ford's algorithm.

References

1. Solomon K. The Social System Approach to Institutions: Examples from Western Economic History. *Journal of Institutional Studies*, 2016, vol. 8, no. 3, pp. 6–34. DOI: 10.17835/2076-6297.2016.8.3.006-034
2. Tsionas E., Assaf A.G., Gillen D., Mattila A.S. Modeling Technical and Service Efficiency. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2017, vol. 96, pp. 113–125. DOI: 10.1016/j.trb.2016.11.010
3. Havas A. Social and Business Innovations: Are Common Measurement Approaches Possible? *Forsyth*, 2016, vol. 10, no. 2, pp. 58–80. DOI: 10.17323/1995-459X.2016.2.58.80
4. Shrestha A., Cater-Steel A., Toleman M. Innovative Decision Support for IT Service Management. *Journal of Decision Systems*, 2016, vol. 25, iss. sup 1. DOI: 10.1080/12460125.2016.1187424
5. Căndea C., Filip F.G. Filip Towards Intelligent Collaborative Decision Support Platforms. *Studies in Informatics and Control*, 2016, vol. 25 (2), pp. 143–152. DOI: 10.24846/v25i2y201601
6. Lukashovich N.S., Garanin D.A. Analytic Decision Support System for Small Business Crediting. *Scientific and Technical Statements of the St. Petersburg State Polytechnic University. Economics*, 2016, no. 5 (251), pp. 83–94. DOI: 10.5862/JE.251.8
7. Winkler Á., Horváth B. Intelligent Decision Support Technologies in Public and Individual Transport. *Intelligent Decision Technologies*, 2017, vol. 11, no. 4, pp. 441–449. DOI: 10.3233/IDT-170307
8. Katamadze S., Topuria N. Instant Payment System Business Model and Technical Description. *Computer Sciences and Telecommunications*, 2018, no. 1 (53), pp. 486–499.
9. Pasquet M., Gerbaix S. Instant Payment Versus Smartphone Payment: The Big Fight. *Proceedings of the 2017 3rd Conference on Mobile and Secure Services (MobiSecServ 2017)*, February 2017. DOI: 10.1109/MOBISECSERV.2017.7886561
10. Pal D., Khethavath P., Chen T., Zhang Y. Mobile Payments in Global Markets Using Bio-

metrics and Cloud. *International Journal of Communication Systems*, 2017, vol. 30 (14): e3293. DOI: 10.1002/dac.3293

11. Yaokumah W., Kumah P., Okai E.S.A. Demographic Influences on E-Payment Services. *International Journal of E-Business Research*, 2017, vol. 13 (1), pp. 43–63. DOI: 10.4018/IJEER.2017010103

12. Domdouzis K., Andrews S., Hallam S., Akhgar B. Application of a New Service-Oriented Architecture (SOA) Paradigm on the Design of a Crisis Management Distributed System. *International Journal of Distributed Systems and Technologies*, 2016, vol. 7 (2), pp. 1–17. DOI: 10.4018/IJDST.2016040101

13. Kumar H., Chauhan N.K., Yadav P.K. A High Performance Model for Task Allocation in Distributed Computing System Using K-Means Clustering Technique. *International Journal of Distributed Systems and Technologies*, 2018, vol. 9 (3), pp. 1–23. DOI: 10.4018/IJDST.2018070101

14. Braeken A. An Improved E-Payment System and Its Extension to a Payment System for Visually Impaired and Blind People with User Anonymity. *Wireless Personal Communications*, 2017, vol. 96, iss. 1, pp 563–581. DOI: 10.1007/s11277-017-4184-5

15. Kang B.Y., Shao D.Y., Wang J.Q. A Fair Electronic Payment System for Digital Content Using Elliptic Curve Cryptography. *Journal of Algorithms & Computational Technology*, 2017, vol. 12 (1), pp. 13–19. DOI: 10.1177/1748301817727123

16. Kotelnikov V.A., Yusupova N.I. Development of an Instant Payment System Based on a Single Information Space. *Proceedings of the International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT 14)*, Sheffield, England, September 17–22, 2014, vol. 2, pp. 20–25.

17. Yakhina E.I., Kotelnikov V.A., Bogdanova D.R. [Managing the Quality of Financial Intermediation Services]. *Trudy 3-y mezhdunarodnoy konferentsii "Informatsionnyye tekhnologii intellektual'noy podderzhki prinyatiya resheniy" (ITIDS'2015)* [Proceedings of the 3rd International Conference Information Technologies for Intellectual Decision Support (ITIDS'2015)], 2015, May 18–21, Ufa, Russia, vol. 2, pp. 153–163. (in Russ.)

Received 21 July 2019

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Богданова, Д.Р. Поддержка принятия решений при управлении процессом проведения платежа в системе моментальных платежей / Д.Р. Богданова, В.А. Котельников, Н.И. Юсупова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2019. – Т. 19, № 4. – С. 166–172. DOI: 10.14529/ctr190418

FOR CITATION

Bogdanova D.R., Kotelnikov V.A., Yusupova N.I. Supporting Decision Making in Managing the Process of Payments in the Instant Payments System. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2019, vol. 19, no. 4, pp. 166–172. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctr190418