

УДК 004.05

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ВУЗА

А. Н. НАБАТОВ<sup>1</sup>, И. Э. ВЕДЕНЯПИН<sup>2</sup>, А. Р. МУХТАРОВ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> nbtv@yandex.ru, <sup>2</sup> vig@ugatu.su, <sup>3</sup> mar@ugatu.su

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

*Поступила в редакцию 22.05.2017*

**Аннотация.** Исследованы направления развития автоматизации на предприятии и факторы, влияющие на выбор руководителей при выборе данных направлений. Предложен математический аппарат для проверки эффективности принятых решений. Рассмотрен механизм моделирования на основе сетей Петри. Представлены несколько вариантов сетей для моделирования прохождения внутренних организационно-распорядительных документов через узлы обработки. Рассмотрены результаты моделирования как в качественном так и в количественном аспекте, в частности вероятности нахождения документа в узле обработки для различных вариантов организации прохождения документов по сети документооборота. Сделаны выводы об эффективности существующей сети и проблемах, связанных с реализацией в системе электронного документооборота.

**Ключевые слова:** автоматизация предприятий; сеть документооборота; сеть Петри; имитационное моделирование; эффективность принятых решений.

### ВВЕДЕНИЕ

Постепенный переход общества от пост-индустриального к информационному привел к тому, что практически все современные организации в той или иной степени автоматизированы в части организационного управления. При этом условия внешней экономической среды ограничивают бюджет, в том числе в части информационных технологий (ИТ). Таким образом, руководитель, принимающий решения в области ИТ, решает ряд задач: во-первых, экономия средств на поддержание существующей ИТ, во-вторых, определение направления развития ИТ, позволяющее наиболее эффективно расходовать выделенные средства, и т.д.

Одним из таких направлений является дальнейшее развитие автоматизации управления, связанное с развитием системы электронного документооборота (СЭД). Это вызвано рядом причин [1]:

1. Кажущаяся простота вопроса – практически все сотрудники участвуют в организационно-распорядительном документообороте (или как исполнители, или как ответственные, или как ЛПР нижнего, среднего или верхнего звена) и при этом имеют собственное представление о том, как можно улучшить текущее состояние дел как в своем подразделении, так и в организации вообще;
2. «Небольшие» затраты на развитие, при этом приносящие заметный результат, особенно с точки зрения руководства (для отчета перед вышестоящим руководством);
3. Кажущаяся хорошей регламентированность данной области деятельности, хорошо поддающаяся автоматизации (даже в уставе прописаны документы, подписываемые руководителем);

4. Наличие на рынке большого числа недорогих решений и хорошая кадровая поддержка данной области ИТ специалистами.

При принятии решений о направлениях и методах развития СЭД руководитель учитывает ряд ограничений, направленных на экономию ИТ бюджета [2]:

1. Не менять коренным образом центры обработки документов, т.е. развитие автоматизации не приводит к частичной или комплексной реорганизации структуры организации;
2. Не затрагивать вопросы сетевой инфраструктуры, т.е. вопрос развития СЭД не связан с прокладкой дополнительной локальной сети в новые подразделения или сопровождения существующей сети (например, заменой маршрутизаторов или обновления сетевого программного обеспечения);
3. Не менять аппаратную и системную составляющую программного обеспечения (ПО) на рабочих местах, т.е. эконо-

номия не связана с приобретением более дешевой аппаратной части и программных лицензий.

При этом возникает несколько направлений снижения затрат [3, 4]:

1. Сокращение издержек за счет реорганизации процесса обработки документов – изменения маршрутов движения и уменьшения центров обработки документов;
2. Сокращение времени на обработку документов в узловых точках;
3. Экономия на твердых носителях (бумаге). Данный вопрос мы не рассматриваем, т.к. он относится только к организационной сфере и подразумевает закрепленный в регламентах и служебных инструкциях порядок переноса документов из электронной формы на бумажный носитель, а также повсеместного использования ЭЦП (возможно, внутриорганизационной).

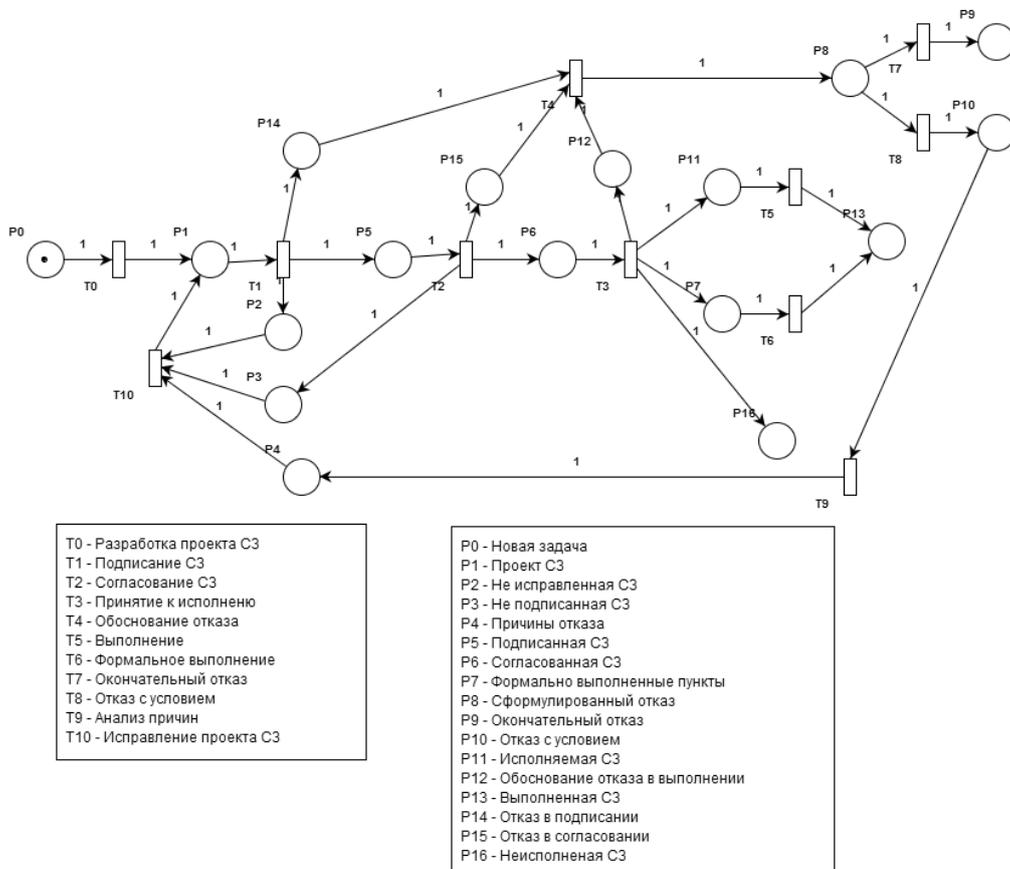


Рис. 1. Сеть Петри для СЗ с согласованием:  $PN = (P, T, I, O, \mu)$  – сеть Петри; множество позиций:

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ ; множество переходов:  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ ;  $P \cap T = \emptyset$ ; множество входных функций,  $I: T \rightarrow P$ ; множество выходных функций,  $O: P \rightarrow T$ ;  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)$ ,  $n = |P|$ ,  $\mu_i = \mu(p_i)$ ,  $i = 1..n$

В рамках данной публикации рассмотрим решение первой задачи. Для ее решения используем представление о движении документов на примере служебной записки с использованием сети Петри (рис. 1) [5].

Вид сети Петри применительно к документообороту можно классифицировать как [6]:

- функциональная сеть Петри (задержки определяются как функции некоторых аргументов, например, количества меток в каких-либо позициях, состояния некоторых переходов);
- временная сеть Петри (переходы обладают весом, определяющим продолжительность срабатывания (задержку));
- цветная сеть Петри (метки могут быть различных типов, обозначаемых цветами, тип метки может быть использован как аргумент в функциональных сетях);
- ингибиторная сеть Петри (возможны ингибиторные дуги, запрещающие срабатывания перехода, если во входной позиции, связанной с переходом ингибиторной дугой, находится метка).

Так, вершины графа представляют собой пункты обработки документов, ребра – маршруты движения документов. Цель моделирования – снижение затрат на ребрах,

т.е. оптимизация маршрутов (распараллеливание обработки), исключение зацикливаний. Также можно в качестве рекомендации рассмотреть возможность ликвидации центров обработки документов [7].

Количество согласующих лиц и исполнителей создает дополнительные циклы, которые можно сократить при реализации переноса служебной записки (СЗ) в электронный документооборот за счет параллельно-последовательной обработки.

Будем рассматривать результаты имитационного моделирования только по двум количественным характеристикам [7]:

- 1) среднее количество маркеров – для данных сетей можно рассматривать как вероятность нахождения документа в данной позиции в процессе его обработки в системе документооборота;
- 2) 95% доверительный интервал – для данной сети можно рассматривать как вероятность нахождения документа в данной позиции по окончании его прохождения через систему документооборота.

Результаты имитационного моделирования сети (рис. 1) представлены на рис. 2 – среднее количество маркеров, на рис. 3 – 95% доверительный интервал.

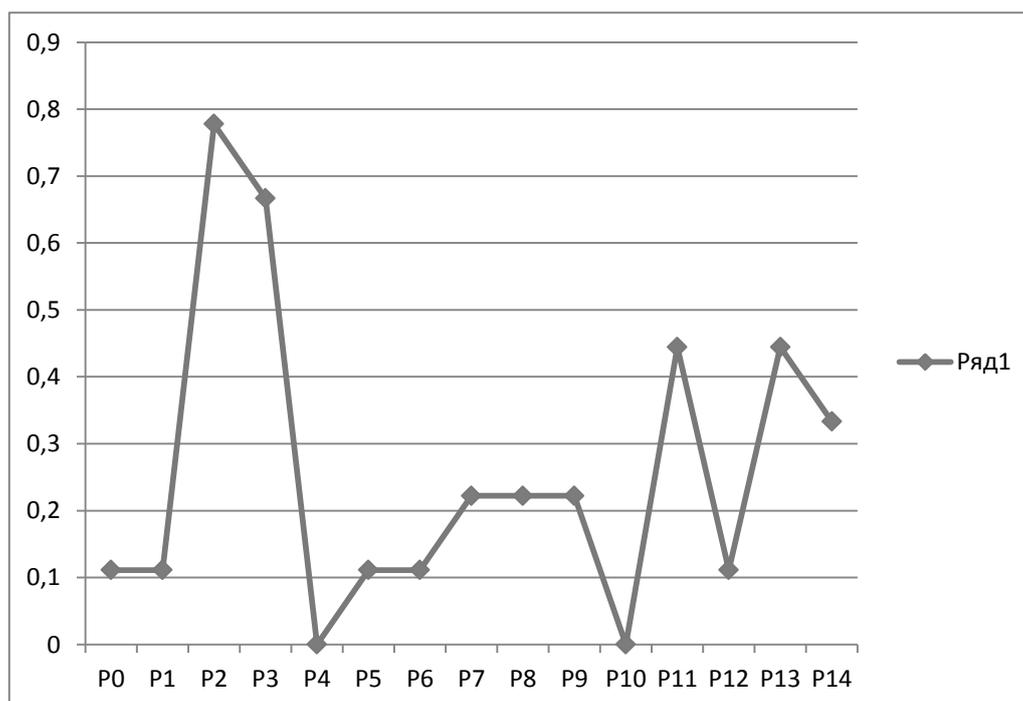


Рис. 2. Среднее количество маркеров

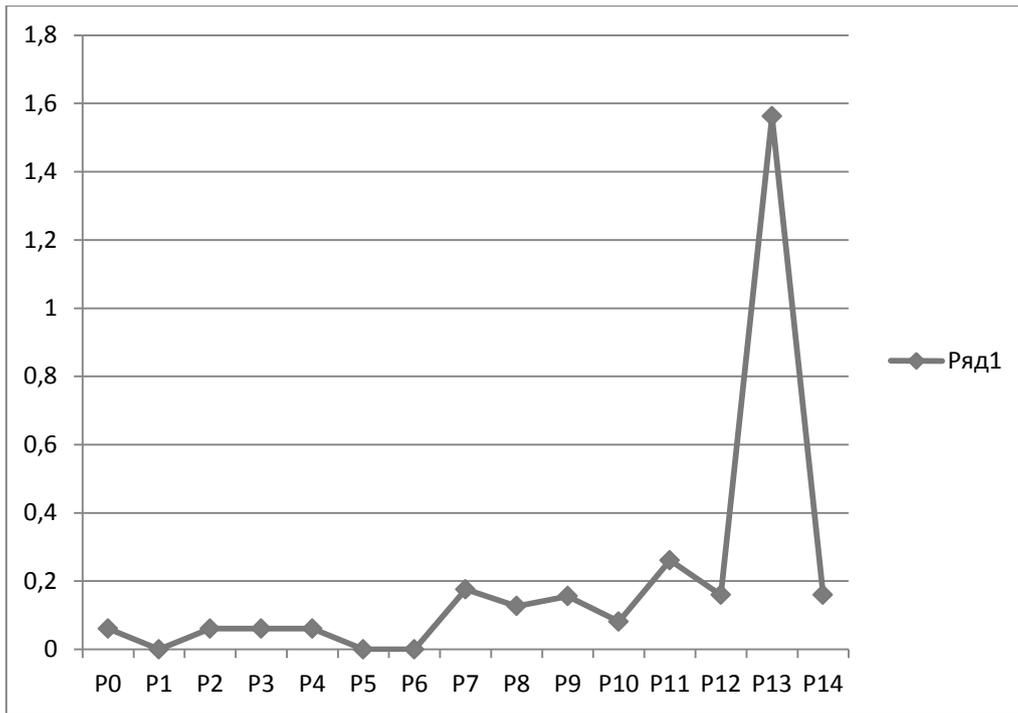


Рис. 3. 95% доверительный интервал

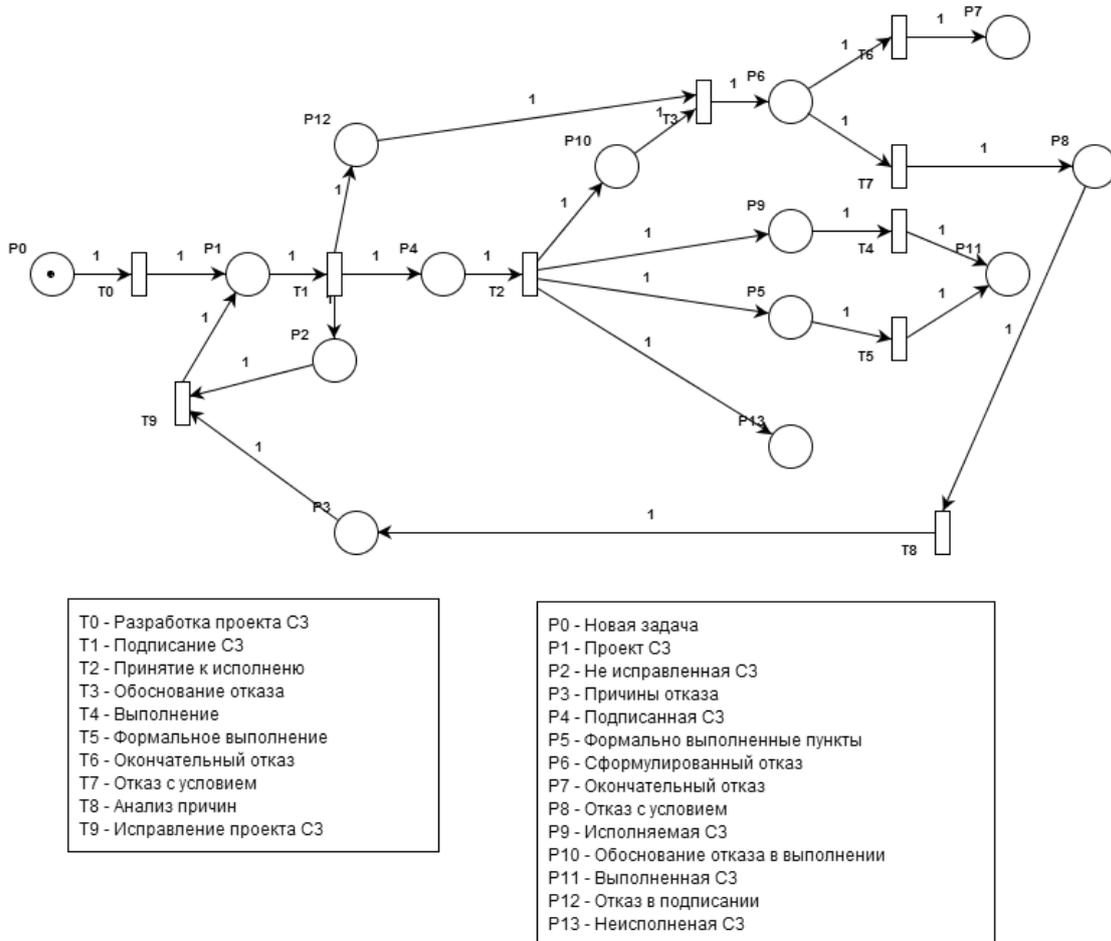


Рис. 4. Сеть Петри для С3 без согласований

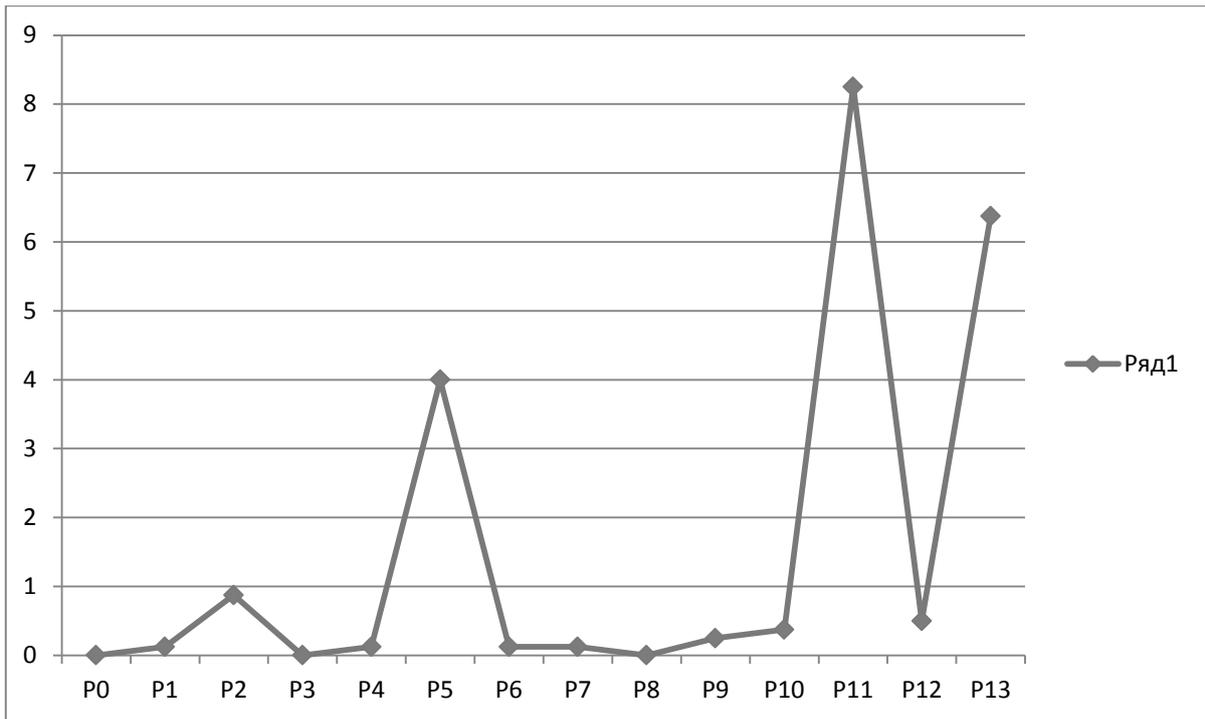


Рис. 5. Среднее количество маркеров

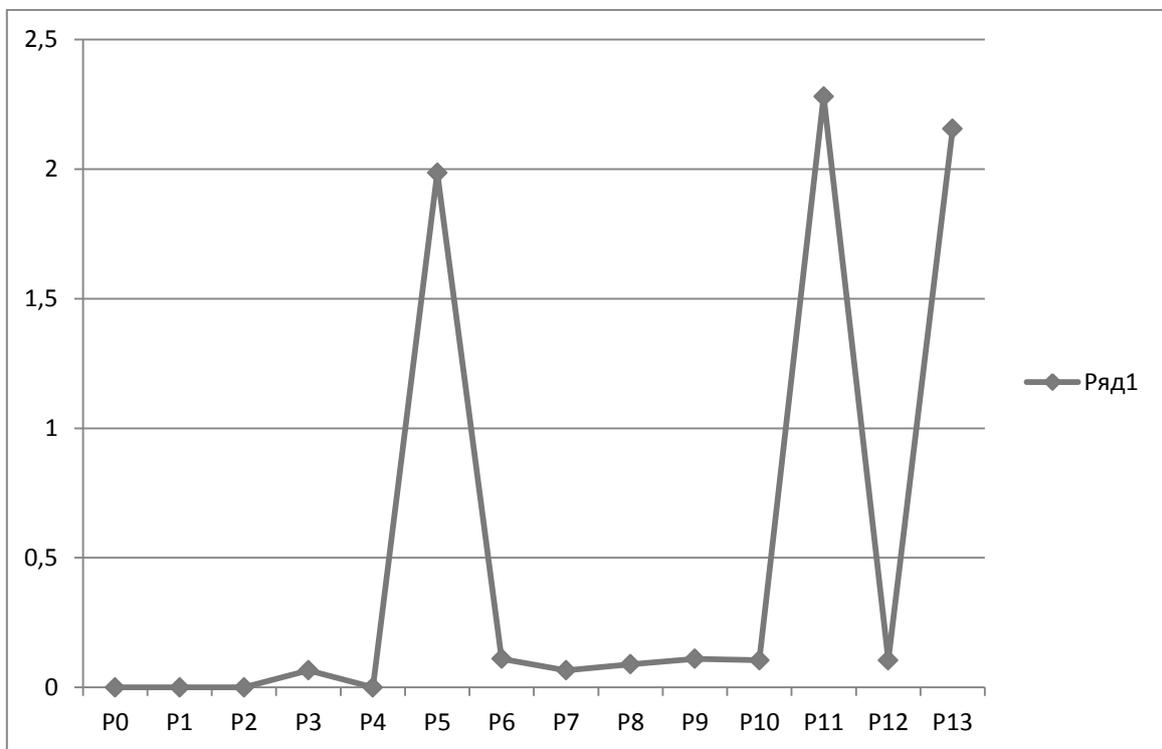
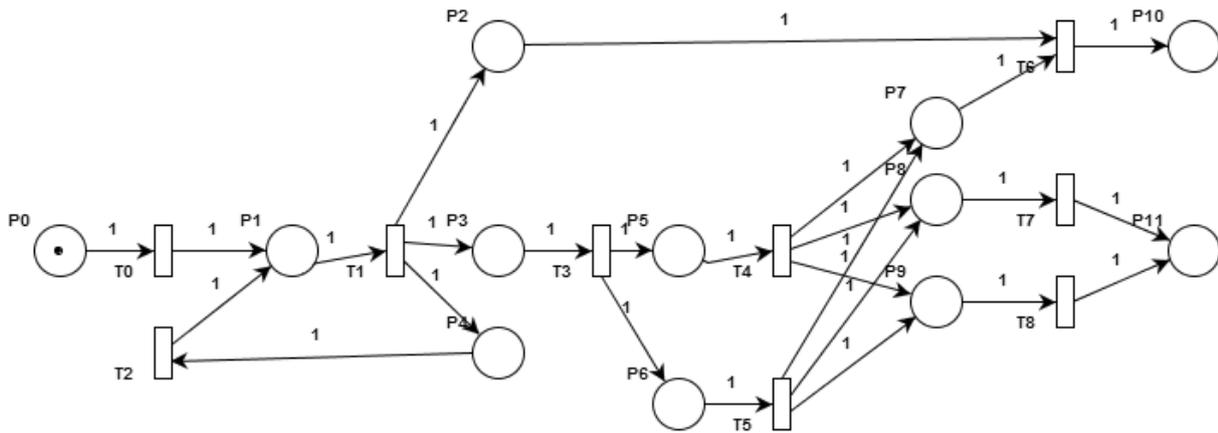


Рис. 6. 95% доверительный интервал



T0 - Разработка проекта С3  
 T1 - Подписание С3  
 T2 - Исправление проекта С3  
 T3 - Копирование С3  
 T4 - Принятие к исполнению 1  
 T5 - Принятие к исполнению 2  
 T6 - Обоснование отказа  
 T7 - Выполнение  
 T8 - Формальное выполнение

P0 - Новая задача  
 P1 - Проект С3  
 P2 - Причины отказа  
 P3 - Подписанная С3  
 P4 - Не исправленный проект С3  
 P5 - С3  
 P6 - Копия С3  
 P7 - Обоснование отказа в выполнении  
 P8 - Исполняемая С3  
 P9 - Формально выполненные пункты  
 P10 - Окончательный отказ  
 P11 - Выполненная С3

Рис. 7. Сеть Петри для С3 без согласований со множеством исполнителей

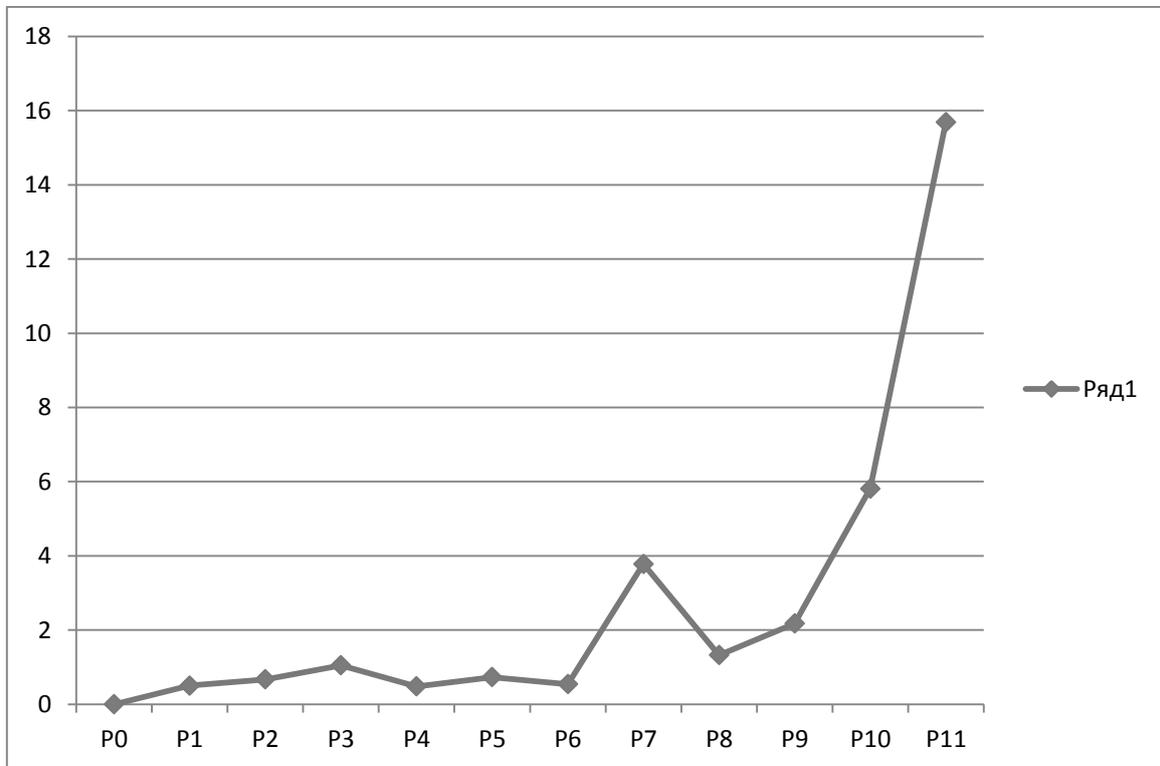


Рис. 8. Среднее количество маркеров

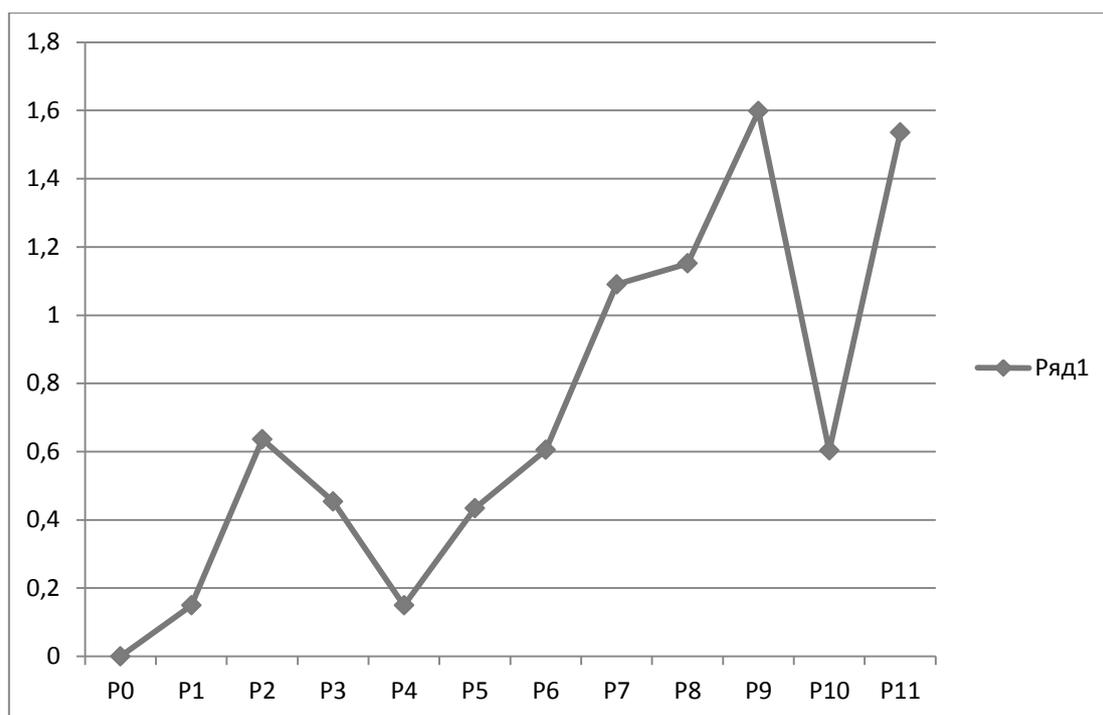


Рис. 9. 95% доверительный интервал

На рис. 4 представлен тот же документ (служебная записка), только без этапа согласования.

Результаты имитационного моделирования сети (рис. 4) представлены на рис. 5 – среднее количество маркеров, на рис. 6 – 95% доверительный интервал.

На рис. 7 показан тот же документ (служебная записка), только без этапа согласования и если присутствует множество исполнителей.

Результаты имитационного моделирования сети (рис. 7) представлены на рис. 8 – среднее количество маркеров, на рис. 9 – 95% доверительный интервал.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты сравнительного анализа и имитационного моделирования по предложенным вариантам сети Петри показали следующее:

1. Все сети являются достижимыми и живыми.
2. Все сети соответствуют требованию ограниченности, но не безопасности, в связи с возможностью накопления меток в позициях P2 и P8 (последняя сеть).
3. Все сети имеют петли, связанные с возможностью исправления недочетов,

обнаруженных при подписании/согласовании. Данная особенность характерна для организационно-распорядительного документооборота в целом и для служебных записок в частности.

4. Разрешение последнего противоречия невозможно средствами сети Петри, т.е. модификацией маршрутов документов или изменениями в пунктах обработки.

Таким образом, для сокращения количества повторов (петлей) следует использовать внешние средства, такие как:

- 1) регламент обработки – например, устанавливать ограничитель по времени (по аналогии с ограничителем по количеству попыток при сдаче зачета/экзамена);
- 2) широкое использование шаблонов для формальной части (типовых реквизитов) – определяющих, в том числе, маршрут прохождения и порядок обработки;
- 3) использование шаблонов содержания, формируемых на основе предыдущих успешно завершенных («правильных») служебных записок, формирование и применение таких шаблонов может строиться на основе внедрения в СЭД элементов прецедентных экспертных систем.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Андерсен Б.** Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / науч. ред. Ю. Г. Адлер; пер. с англ. С. В. Ариничева. 2-е изд. М.: Стандарты и качество, 2010. 271 с. [B. Andersen, *Business Process Improvement Toolbox*, (in Russian). М.: Standarti I kachestvo, 2010.]
2. **Питерс Т., Уотерман Р.** В поисках эффективного управления / пер с англ. М.: Прогресс, 2008. 242 с. [T. Peters, R. Waterman, *In Search of excellence*, (in Russian). М.: Progress, 2008.]
3. **Румянцев М.** Средства имитационного моделирования бизнес-процессов // Корпоративные системы. 2007. № 2. с. 43-48. [M. Rumyantsev, *Simulation tools*. (in Russian), in *Korporativnie Sistemi*, no. 2, pp.43-48, 2007].
4. **Chandler A. D.** Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise. Cambridge, Mass.: M.I.T. Press, 2009. 224 с. [A. D. Chandler, *Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise*, (in English). Cambridge, Mass.: M.I.T. Press, 2009.]
5. **Советов Б. Я., Яковлев С. А.** Моделирование систем: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2001. 343 с. [B. Y. Sovetov, S. A. Yakovlev, *System Modeling*, (in Russian). М.: Wishaya Shkola, 2001]
6. **Котов В. Е.** Сети Петри. М.: Наука, 1984. 160 с. [W. E. Kotov, *Petri Networks*, (in Russian). М.: Nauka, 1984.]
7. **Питерсон Дж.** Теория сетей Петри и моделирование систем. М.: Мир, 1984. 264 с. [J. Peterson, *Petri Networks Theory and the Modeling of Systems*, (in Russian). М.: Mir, 1984.]

## ОБ АВТОРАХ

**НАБАТОВ Александр Нурович**, доц. каф. автоматизированных систем управления. Дипл. инж. электротехника (УГАТУ, 1992). Канд. техн. наук по автоматизированным системам управления (УГАТУ, 1995). Иссл. в обл. проектирования информационных систем корпоративного уровня.

**ВЕДЕНЯПИН Игорь Эдуардович**, зам. нач. Управления ИТ, доц. каф. ВВТиС. Дипл. инженер-электромеханик (УГАТУ, 1995). Канд. техн. наук (УГАТУ, 2003). Иссл. в обл. информационных систем корпоративного уровня.

**МУХАТРОВ Айрат Радикович**, нач. Управления ИТ. Дипл. инженер-системотехник (УГАТУ, 1994). Иссл. в обл. информационных систем корпоративного уровня.

## METADATA

**Title:** Efficiency analysis of information transmission in the university document management system.

**Authors:** A. N. Nabatov<sup>1</sup>, I. E. Vedenyapin<sup>2</sup>, A. R. Muhtarov<sup>3</sup>

**Affiliation:**

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

**Email:** <sup>1</sup>nbtv@yandex.ru, <sup>2</sup>vig@ugatu.su, <sup>3</sup>mar@ugatu.su

**Language:** Russian.

**Source:** Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 21, no. 3 (77), pp. 97-104, 2017. ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).

**Abstract:** The directions of development of automation in the enterprise and the factors influencing the choice of managers in choosing these directions are investigated. A mathematical tool is proposed to test the effectiveness of decisions taken. The simulation mechanism based on Petri nets is considered. Several variants of networks for simulating the passage of internal organizational and administrative documents through the processing nodes are presented. The results of modeling are considered both qualitatively and quantitatively, in particular, the likelihood of the document in the processing node for various options for organizing the passage of documents through the workflow network. Conclusions are drawn about the effectiveness of the existing network and the problems associated with the implementation of electronic document management in the system.

**Key words:** Automation of enterprises; DMS network; Petri net; simulation; efficiency of taken decisions.

**About authors:**

**NABATOV, Alexander Nurovich**, Associate prof. Dept. of Automated Systems, Dipl. Electrician (UGATU, 1992), PhD (UGATU, 1995)

**VEDENYAPIN, Igor Eduardovich, Vice chief of IT direction**, Associate prof. Dept. of High-performance computing technologies and systems, Dipl. Electromechanic (UGATU 1995), PhD (UGATU, 2003)

**MUHTAROV, Airat Radikovich, Chief of IT direction**, Dipl. System technician (UGATU 1994).