

АЛГОРИТМ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

А. Д. Обухов

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р пед. наук, профессор Н. В. Молоткова

Ключевые слова: алгоритмизация; классификация; система электронного документооборота; системный анализ; структурно-параметрический синтез; электронный документооборот.

Аннотация: Представлен алгоритм структурно-параметрического синтеза системы электронного документооборота (СЭД) научно-образовательного учреждения. Алгоритм основан на модульном принципе построения информационной системы, что позволяет повысить ее функциональные возможности, сократить время и объем выполняемых работ при создании программного обеспечения и дает возможность использования системы в рамках научно-образовательных учреждений различного масштаба и отраслевой принадлежности. Особенностью данного алгоритма является учет влияния новых образовательных и административных стандартов и нормативов на научно-образовательный процесс и структуру учреждения, что позволяет адаптировать СЭД к постоянно меняющимся внешним и внутренним условиям. Также в рамках алгоритма разработана классификация структур информационных потоков, позволяющая осуществлять формализацию и программную реализацию в СЭД процессов движения и взаимодействия документов.

Введение

В условиях развития информационных технологий большое внимание уделяется автоматизации производственной и научно-образовательной деятельности. В сфере образования важными задачами являются: переход

Обухов Артём Дмитриевич – аспирант кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении», e-mail: obuhov_art@mail.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов.

от классического документооборота к электронному, повышение качества образовательного процесса и работы научно-педагогического персонала, разработка новых подходов к безопасному хранению и быстрой обработке информации. Для их решения необходимым условием является создание и внедрение системы электронного документооборота (СЭД), учитывающей особенности данной предметной области [1].

На текущий момент на рынке присутствует большой выбор информационных систем управления документооборотом различной функциональности, масштаба и направленности. Чаще всего, такие решения имеют высокую стоимость, требуют значительной модернизации при адаптации к реальным процессам документооборота организации, не обладают необходимыми конечным пользователям функциями, не учитывают специфику работы научно-образовательного учреждения.

В статье представлен алгоритм структурно-параметрического синтеза СЭД для научно-образовательного учреждения, основанного на модульном принципе построения информационной системы. Данный алгоритм позволяет определить оптимальные параметры и структуру СЭД, что обеспечит максимальную экономическую эффективность.

Анализ электронного документооборота научно-образовательного учреждения

Рассмотрим особенности электронного документооборота научно-образовательного учреждения. Документы, сопровождающие образовательную, научную и управленческую деятельность, могут формироваться в различных информационных системах, то есть имеется дублирование информации в прикладных системах и СЭД. С другой стороны, необходимо обеспечить интеграцию этих систем в общую систему документооборота. Кроме того, следует учитывать приведенные ниже факторы [1 – 4]:

- изолированность данных из соображений информационной безопасности;
- невозможность полного устранения бумажного документооборота;
- наличие специфических объектов документооборота, требующих особого подхода к их автоматизации (научно-исследовательские проекты, результаты экспериментов, индивидуальные планы и отчеты обучающихся).

Другой проблемой проектирования СЭД научно-образовательного учреждения является непостоянство структуры его документооборота: под влиянием различных внешних и внутренних воздействий (приказы и распоряжения вышестоящих министерств, ведомств, органов государственной власти и других организаций, новые федеральные образовательные стандарты, ГОСТ и т.д.) происходит модернизация структуры организации и, следовательно, создаваемая СЭД должна обладать структурной и функциональной гибкостью. Решением этой проблемы будет использование структурно-параметрического синтеза, благодаря которому возможно оптимизировать СЭД не только по ряду параметров, но и изменять структуру ее модулей и отдельных частей в зависимости от поставленных условий [5, 6].

Алгоритм структурно-параметрического синтеза СЭД

Для формализации алгоритма структурно-параметрического синтеза СЭД используем функциональные диаграммы в нотации IDEF0. Во-первых, это позволит подробно отобразить протекающие в предметной области процессы; во-вторых, наглядно покажет входные и выходные данные, управляющие воздействия и используемые механизмы (инструменты), и, кроме того, графический язык IDEF0 прост, лаконичен, является стандартом в описании моделей и процессов на различных уровнях детализации.

Алгоритм структурно-параметрического синтеза СЭД представлен в виде функциональной диаграммы в нотации IDEF0 (рис. 1), которая включает следующие процессы.

A1. Анализировать информационные потоки организации. Входными данными для первого этапа алгоритма является информация о предметной области научно-образовательного учреждения [7]. Сначала происходит исследование информационных потоков организации и их запись в неформализованном виде с помощью различных вербальных или графических схем движения, например при помощи инструментов Microsoft Visio. Далее анализируется структура организации для получения схемы структурных подразделений с соответствующим каждому отделу или службе перечнем поставленных задач и обрабатываемых документов. На следующем этапе на основе требований руководящего состава организации составляется набор пожеланий к структуре документооборота и конечной реализации СЭД, на основе которых происходит постановка задачи в вербальной форме.

A2. Разработать математическую модель СЭД. На основе анализа подходов к моделированию электронного документооборота и существующих СЭД, используя методы системного анализа и математического моделирования, разрабатывается математическая модель СЭД, учитывающая структуру документооборота организации, программные и аппаратные параметры системы, оценки ее экономических затрат, производительности и качества работы, области определения переменных, уравнения, описывающие протекающие в документообороте процессы [1, 7, 8]. На основе данной модели и теории графов разработана классификация типовых структур информационных потоков, позволяющая осуществить формализацию и программную реализацию в СЭД процессов движения документов. Типовые структуры приведены в табл. 1 с их описанием, математическим и графическим представлением.

Рассмотренные структуры позволяют представить процессы движения документов в организации путем их синтеза из простейших структур. Представленные в виде графов процессы движения документации становятся формализованными и однозначно заданными.

Используя классификацию типовых структур информационных потоков и разработанную математическую модель СЭД, возможно формализовать процессы движения документов и их взаимодействия в виде модели СЭД, а также составить техническое задание на разработку информационной системы и законченную формализованную постановку задачи структурно-параметрического синтеза.

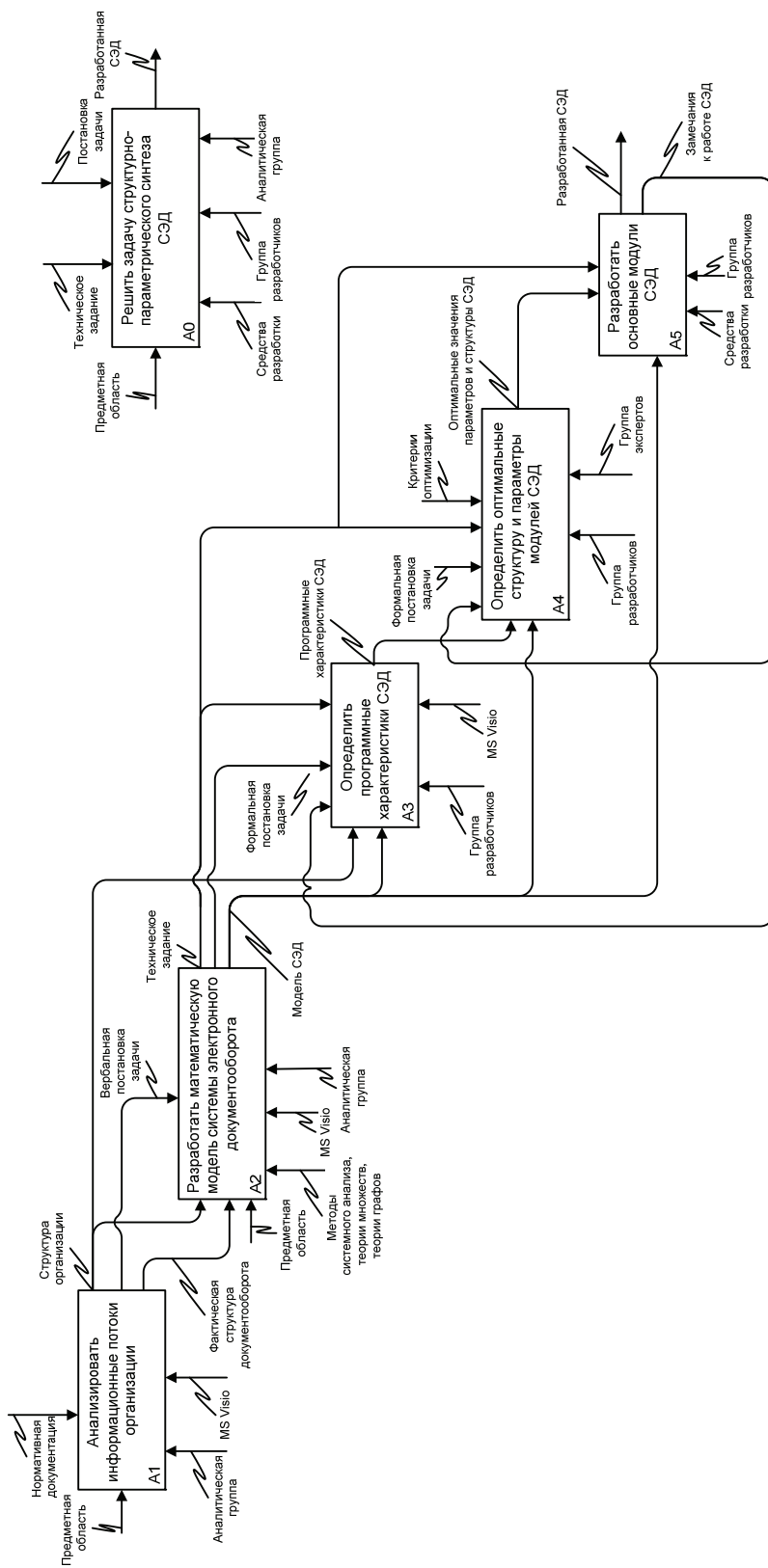


Рис. 1. Функциональная диаграмма алгоритма структурно-параметрического синтеза СЭД

Таблица 1

Основные структуры графов состояний объектов

Обозначение	Математическое представление	Графическое представление
Последовательная структура	$c_{ij} \rightarrow c_{ij+1} \rightarrow \dots \rightarrow c_{mk} \rightarrow \dots$ $\dots \rightarrow c_{mK}, u_i \rightarrow \dots \rightarrow u_m,$ $P(o_l, t) = p_q$	
Параллельная структура	$c_{ij} \rightarrow c_{ij+1} \rightarrow \dots; c_{iJ} \rightarrow \dots$ $\rightarrow c_{iJ+1} \rightarrow \dots;$ $c_{mk} \rightarrow c_{mk+1} \rightarrow \dots;$ $P(o_l, t) = \{p_q\}$	
«Ветвление»	$c_{ij} \rightarrow c_{ij+1}, c_{ij} \rightarrow c_{mk},$ $c_{ij+1} \rightarrow \dots;$ $c_{mk} \rightarrow c_{mk+1}, c_{mk} \rightarrow \dots,$ $c_{mk+1} \rightarrow \dots;$ $P(o_l, t) = \{p_q\}$	
«Выбор»	$C^* \rightarrow u^*,$ $C^* = \{c_{ij} \mid i = \overline{1..I}, j = \overline{1..J_i}\},$ $o_l = o_U, P(o_U, t) = p_q$	
«Цикл»	$u_i \rightarrow u^*, u^* \in U^*,$ $O^* = \{o_l(u_i, p_q, t) \mid \text{пока } u_i \neq u^*\},$ $P(o_l, t) = p_q$	

А3. Определить программные характеристики СЭД. На этом этапе проходит непосредственно формирование структуры СЭД и особенностей ее функционирования (быстродействие, надежность, качество, удовлетворенность пользователями и т.д.), так как их определяют характеристики программного обеспечения – используемые средства разработки, структура модулей и конечная программная реализация. На основе поставленных перед системой технического задания и формальной постановки задачи структурно-параметрического синтеза формируется перечень требований к информационной системе, после чего происходит выбор средств разработки и структуры модулей, включающей в себя функции каждого модуля, подключаемые библиотеки кода и типовые формы интерфейса. Эти компоненты в полной мере определяют программные характеристики разрабатываемой СЭД. При модернизации и оптимизации системы на вход алгоритма поступает управляющее воздействие в виде набора замечаний от пользователей либо руководящего состава организации, после чего происходит пересмотр программных характеристик СЭД [9].

А4. Определить оптимальные структуру и параметры модулей СЭД. На первой итерации структурно-параметрического синтеза СЭД задается начальное приближение параметров, после чего проверяются ограничения задачи и рассчитывается значение критерия. Если полученный результат является оптимальным, удовлетворяет всем ограничениям и требованиям управляющего воздействия, то значения параметров передаются дальше для программной реализации СЭД, в противном случае происходит варьирование значений параметров, повтор предыдущих этапов до тех пор, пока не будет определен оптимальный набор параметров, при котором целевая функция достигает своего экстремума.

А5. Разработать основные модули СЭД. На основе полученной математической модели СЭД, оптимальных значений параметров и структуры СЭД происходит разработка модулей СЭД для образовательного, научно-инновационного и административного блоков. Для этого используется схема разработки типового модуля, представленная на рис. 2.

Она состоит из следующих этапов: создание базы данных для модуля; разработка интерфейса модуля при помощи выбранных средств; реализация основных функций модуля, в том числе с привлечением сторонних библиотек программного кода; реализация разграничения доступа к информации с использованием подходящей модели [10]; реализация инструментов поиска информации в модуле; заполнение базы данных необходимой информацией. Следуя этой последовательности этапов, осуществляется разработка типового модуля СЭД, удовлетворяющего требованиям к его функциональности и программной реализации.

После завершения разработки происходит отладка и тестирование модулей, найденные ошибки, замечания к работе или предложения поступают на вход блока А3, как управляющее воздействие, и начинается новая итерация структурно-параметрического синтеза СЭД.

По предложенному алгоритму проектировались информационные подсистемы для ФГБОУ ВПО «ТГТУ» для отдела патентования и защиты интеллектуальной собственности [11], управления фундаментальных и при-

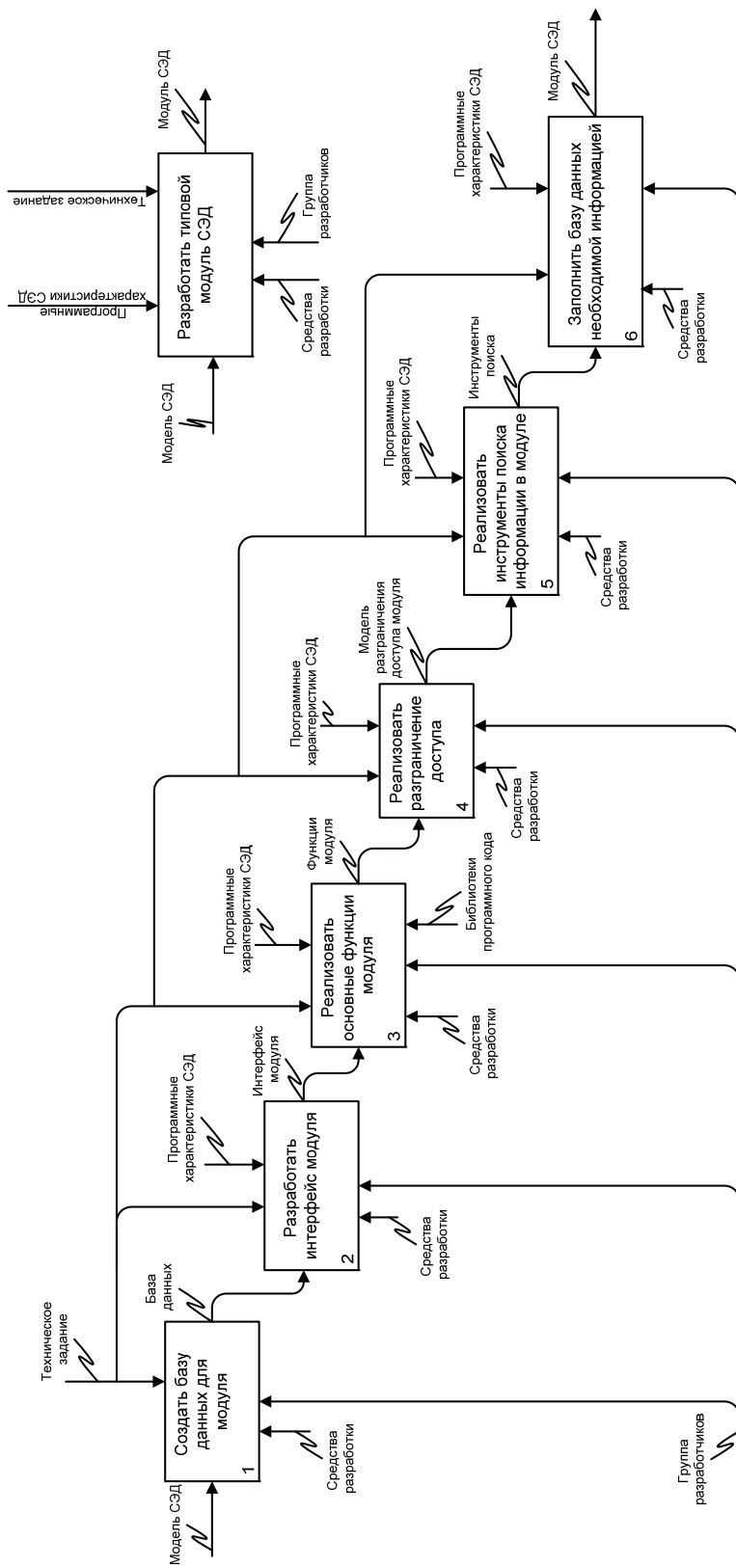


Рис. 2. Схема разработки типового модуля

кладных исследований [12] и управления подготовки и аттестации кадров высшей квалификации [13]. Перечисленные подсистемы успешно внедрены и используются для автоматизации документооборота соответствующих структурных подразделений.

При разработке СЭД по представленному выше алгоритму структурно-параметрического синтеза сокращается время и объем выполняемых работ за счет применения модульного принципа при проектировании системы и формализации объектов документооборота, процессов их движения и взаимодействий. Используя представленные в алгоритме инструменты в виде математической модели СЭД, классификации структур информационных потоков, правил разграничения доступа, постановки задачи оптимизации программных и аппаратных характеристик СЭД, можно существенно упростить процесс формализации электронного документооборота, разработку и оптимизацию информационной системы, а также обеспечить ее конкурентоспособность за счет повышения экономической эффективности.

Заключение

Проведен анализ электронного документооборота научно-образовательного учреждения с указанием его характерных черт, а также основных проблем, возникающих в процессе разработки и эксплуатации СЭД в данной предметной области.

Представленный в нотации IDEF0 алгоритм структурно-параметрического синтеза СЭД, основанный на применении модульного принципа построения СЭД позволяет сократить время и объем выполняемых работ при создании программного обеспечения, а также обеспечить нахождение оптимальной структуры и параметров информационной системы. Подробно изложены основные этапы алгоритма, используемые инструменты и подходы к проектированию СЭД, формализации и классификации процессов движения документов при помощи разработанных структур информационных потоков.

Предложенный алгоритм структурно-параметрического синтеза СЭД может быть использован как при разработке информационных систем управления документацией в научно-образовательных учреждениях, так и адаптирован к другим предметным областям.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках базовой части государственного задания № 2014/219 «Разработка единой информационной системы управления образования и научно-инновационной деятельностью университета как опорного вуза региональной экономики» от 30.01.2014.

Список литературы

1. Проектирование информационных систем управления документооборотом научно-образовательных учреждений : монография / М. Н. Краснянский [и др.]. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 216 с.

2. Коськин, А. В. Информационная макромодель развития образовательной среды / А. В. Коськин // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2004. – Т. 10, № 2. – С. 586 – 590.
3. Крюков, В. В. Информационные технологии в университете: стратегия, тенденции, опыт / В. В. Крюков, К. И. Шахгельдян // Университет. упр.: практика и анализ. – 2012. – № 4. – С. 101 – 112.
4. Гмарь, Д. В. Система электронного документооборота вуза / Д. В. Гмарь, В. В. Крюков, К. И. Шахгельдян // Новые информационные технологии и менеджмент качества : материалы VII Междунар. науч. конф., 21 – 28 мая, 2010 г. – Белек, Турция, 2010. – С. 64 – 66.
5. Федянинова, В. И. Электронный документооборот: технология внедрения и способ оптимизации бизнес-процедур / В. И. Федянинова, Т. Н. Сысо // Вестн. Омского университета. Сер. Экономика. – 2012. – № 4. – С. 36 – 44.
6. Гребенюк, Д. С. Место реинжиниринга бизнес-процессов в управлении предприятием / Д. С. Гребенюк // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2008. – № 4 (14). – С. 178 – 187.
7. Попов, Н. С. К задаче параметрической идентификации моделей сложных систем / Н. С. Попов, Ч. М. Тьинь // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2015. – № 2 (56). – С. 157 – 169.
8. Model of Documents Management for Academic and Research Universities on Basis Set Theory / A. V. Ostroukh [et al.] // American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. – 2015. – No. 15 (5). – P. 824 – 831.
9. Представление модели параметрического синтеза технического объекта в реляционной базе данных / В. Г. Мокрозуб [и др.] // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2011. – Т. 17, № 2. – С. 462 – 465.
10. Обухов, А. Д. Разграничение доступа к информации в системе электронного документооборота / А. Д. Обухов, М. Н. Краснянский // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. В. А. Немтинова. – Тамбов, 2015. – Т. 2 – С. 309 – 313.
11. Обухов, А. Д. Автоматизация документооборота отдела защиты интеллектуальной собственности образовательного учреждения / А. Д. Обухов, М. Н. Краснянский, С. В. Карпушкин // Развитие современного образования: теория, методика и практика : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., 15 июля, 2014 г. / редкол. : О. Н. Широков. – Чебоксары, 2014. – 236 с.
12. Разработка информационной системы электронного документооборота управления фундаментальных и прикладных исследований / М. Н. Краснянский [и др.] // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2015. – Т. 21, № 2. – С. 216 – 230.
13. Обухов, А. Д. Автоматизированная система поддержки процесса подготовки в аспирантуре / А. Д. Обухов, Е. И. Муратова, М. Н. Краснянский // Математические методы в технике и технологиях (ММТТ-28) : сб. тр. XXVIII Междунар. науч. конф., 22 – 24 апреля 2015 г. – Саратов, 2015. – Т. 3. – С. 67 – 70.

References

1. Krasnyanskii M.N., Karpushkin S.V., Ostroukh A.V., Obukhov A.D. *Proektirovanie informatsionnykh sistem upravleniya dokumentoobo-rotom nauchno-obrazovatel'nykh uchrezhdenii: monografiya* [Designing management information systems document scientific and educational institutions: monograph], Tambov: Izd-vo FGBOU VPO "TGTU", 2015, 216 p. (In Russ.)

2. Kos'kin A.V. [Information Macromodel of the Educational Environment Development], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2004, vol. 10, no. 2, pp. 586-590. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Kryukov V.V. [Information technology at the university: strategy, trends and experience], *Universitet. upr.: praktika i analiz* [Journal University Management: Practice and Analysis], 2012, no. 4, pp. 101-112. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Gmar' D.V., Kryukov V.V., Shakhgel'dyan K.I. [Electronic document management system of the university], *Novye informatsionnye tekhnologii i menedzhment kachestva* [New information technologies and quality management], Proceedings of the 7th International Conference, 21-28 May, 2010, Belek, Turkey, 2010, pp. 64-66. (In Russ.)
5. Fedyainova V.I., Syso T.N [Electronic Document Flow: Implementation Technology and Optimization Process of Business-Procedures], *Vest. Omskogo universiteta. Ser. Ekonomika* [Herald Of Omsk University. Series "Economics"], 2012, no. 4, pp. 36-44. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Grebenyuk D.S. [Place re-engineering of business processes in enterprise management], *Vopr. sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V.I Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice Vernadsky University], 2008, no. 4 (14), pp. 178-187. (In Russ.)
7. Popov N.S., T'in' Ch.M. [On the Problem of Parametric Identification of Models of Complex Systems], *Vopr. sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V.I Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice Vernadsky University], 2015, no. 2 (56), pp. 157-169. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Ostroukh A.V., Krasnyanskiy M.N., Karpushkin S.V., Obukhov A.D. Model of Documents Management for Academic and Research Universities on Basis Set Theory, *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 2015, no. 15 (5), pp. 824-831.
9. Mokrozub V.G., Serdyuk A.I., Shamaev S.Yu., Kamenev S.V. [Presentation of the model of parametric synthesis of a technical object in a relational database], *Transactions of Tambov State Technical University*, 2011, vol. 17, no. 2, pp. 462-465. (In Russ., abstract in Eng.)
10. Obukhov A.D., Krasnyanskii M.N. [Differentiation of access to the information in the electronic document management system], *Virtual'noe modelirovanie, prototipirovanie i promyshlennyy dizain* [The virtual simulation, prototyping and industrial design], Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference, Tambov: Izd-vo FGBOU VPO "TGTU", 2015, vol. 2, pp. 309-313. (In Russ.)
11. Obukhov A.D., Krasnyanskii M.N., Karpushkin S.V. [Automate document protection department of intellectual property of the educational institution], *Razvitie sovremennogo obrazovaniya: teoriya, metodika i praktika* [The development of modern education theory, methodology and practice], Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference, 15 July, 2014, Cheboksary: TsNS "Interaktiv plyus", 2014, 236 p. (In Russ.)
12. Krasnyanskii M.N., Obukhov A.D., Karpushkin S.V., Ostroukh A.V. [Development of Information System of Electronic Document Control Basic and Applied Research], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2015, vol. 21, no. 2, pp. 216-230. (In Russ., abstract in Eng.)
13. Obukhov A.D., Muratova E.I., Krasnyanskii M.N. [Automated support system preparation process in graduate school], *Matematicheskie metody v tekhnike i tekhnologiyakh (MMTT-28)* [Mathematical Methods in Engineering and Technology (MMTT-28)], Proceedings of the 28th International Conference, 22-24 April 2015, Saratov, 2015, vol. 3, pp. 67-70. (In Russ.)

**The Algorithm of Structural and Parametric Synthesis
of Electronic Document Management System
of Research and Education Institution**

A. D. Obukhov

Tambov State Technical University, Tambov

Keywords: algorithmization; classification; electronic document management; electronic document management system; structural and parametric synthesis; system analysis.

Abstract: The algorithm of structural and parametric synthesis of electronic document management system (EDMS) of research and education institution is described in the article. The modular principle of information system construction used in the algorithm increases its functionality, reduces time and volume of work during software development and makes it possible to use the system in research and educational institutions of different size and industry. The algorithm takes into account the influence of new educational and administrative standards and norms on the research and educational process and on the structure of institution that makes it possible to adapt the existing EDMS to constantly changing internal and external conditions. The author proposes the classification of data flow structures developed on the basis of the algorithm allowing for formalization and software implementation of the EDMS processes. The results of conducted research can be used for development and design of EDMS for research and education institutions.

© А. Д. Обухов, 2016