

первая строка: УДК, название конференции, название секции, название доклада (на русском и английском языке);

УДК 004, IS&IT-2017, Интеллектуальные САПР, ASE -, CALS-технологии, Анализ конструкторско-технологических потоков работ, Analysis of design and technological workflows;

вторая строка: Ф.И.О. авторов (на русском и английском языке), ученая степень, ученое звание;

Афанасьев Александр Николаевич (Alexander Nikolaevich Afanasyev), д.т.н., доцент, первый проректор, проректор по дистанционному и дополнительному образованию Ульяновского государственного технического университета (УлГТУ); Войт Николай Николаевич (Nikolay Nikolaevich Voit), к.т.н., доцент, заместитель директора Института дистанционного и дополнительного образования УлГТУ, доцент кафедры «Вычислительная техника»; Кириллов Сергей Юрьевич (Sergei Yur'evich Kirillov), магистрант кафедры «Вычислительная техника» УлГТУ, Уханова Мария Евгеньевна (Mariya Evgen'evna Ukhanova), аспирантка кафедры «Вычислительная техника» УлГТУ, ведущий инженер-программист – руководитель группы АО «Ульяновский механический завод»; Ионова Ирина Сергеевна (Irina Sergeevna Ionova), аспирант кафедры «Вычислительная техника» УлГТУ, заместитель начальника отдела труда и заработной платы АО «Ульяновский механический завод»;

третья строка: название организации, адрес автора, телефон, адрес электронной почты автора;

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет», Ulyanovsk state technical university (UISTU), 432027, Ulyanovsk, UISTU, Severniy Venets, 32, (8422)778845, a.afanasev@ulstu.ru, n.voit@ulstu.ru, хаус73@gmail.com, mari-u@inbox.ru, epira@mail.ru; аннотация (90-130 слов) (на русском и английском языке);

Авторами представлен анализ конструкторско-технологических потоков работ на крупном проектно-производственном предприятии, разработана уровневая структура потоков проектных работ подобных предприятия согласно методологии IBM Rational Unified Process. Исследована проблема согласования конструкторско-технологической документации, разработана авторская модель сети Петри моделирующая типовые потоки проектных работ по согласованию конструкторской и технологической документации.

Authors submitted the analysis of design-technology workflows at large design manufacturing enterprise, the level structure of flows of project works of similar of the enterprise according to methodology of IBM Rational Unified Process is developed. The problem of approval of design-technology documentation is investigated, the author's model of a Petri net modeling standard flows of project works under approval of design and technological documentation is developed.

после аннотации приводятся ключевые слова (словосочетания), несущие в тексте основную смысловую нагрузку (на русском и английском языках);

Ключевые слова: потоки работ, бизнес-процессы, предприятие

Keywords: workflows, business process, enterprise

АНАЛИЗ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКОВ РАБОТ¹

А. Н. Афанасьев², Н. Н. Войт³, С.Ю. Кириллов С.Ю.⁴,
М.Е. Уханова⁵, И.С. Ионова⁶
A.N. Afanasyev, N.N. Voit, S.Yu. Kirillov,
M.E. Ukhanova, I.S. Ionova

Авторами представлен анализ конструкторско-технологических потоков работ на крупном проектно-производственном предприятии, разработана уровневая структура потоков проектных работ подобных предприятия согласно методологии IBM Rational Unified Process. Исследована проблема согласования конструкторско-технологической документации, разработана авторская модель сети Петри моделирующая типовые потоки проектных работ по согласованию конструкторской и технологической документации.

Ключевые слова: потоки работ, бизнес-процессы, предприятие

Введение

Деятельность предприятия можно рассматривать как совокупность процессов, направленных на достижение коллективной цели. В ходе этих процессов исходные данные преобразуются в конечный результат, качество которого зависит от ряда факторов:

¹ Исследования поддержаны грантом Министерства образования и науки Российской Федерации, проект № 2.1615.2017/4.6

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ульяновской области в рамках научного проекта № 16-47-732152

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-07-01417

² 432027, Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, УлГТУ, a.afanasev@ulstu.ru

³ 432027, Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, УлГТУ, n.voit@ulstu.ru

⁴ 432027, Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, УлГТУ, хаус73@gmail.com

⁵ 432008, Ульяновск, Московское шоссе, 94, АО «УМЗ», mari-u@inbox.ru

⁶ 432008, Ульяновск, Московское шоссе, 94, АО «УМЗ», epira@mail.ru

- наличие современных средств производства, позволяющих получить максимальный доход от деятельности предприятия при одновременной минимизации расходов;
- использование профессионального программного обеспечения, а также оптимальное соответствие его возможностей решаемым производственным задачам;
- организация и качество управления производственными процессами и ресурсами предприятия (финансовыми, техническими, человеческими);
- количество и квалификация сотрудников.

Первому и последнему пунктам уделяют серьезное внимание, считая их не подлежащими сомнению факторами, с важностью второго пункта сегодня большинство уже согласно. Значимость третьего фактора (организация и качество управления производственными процессами), возможно, пока не столь очевидна.

Одним из условий результативной работы предприятия является эффективное взаимодействие всех составляющих его подразделений и структур. Информационные потоки, отражающие суть производственного процесса, движутся по цепочке. В силу множества причин (организационных, технических, субъективных) скорость и достоверность передачи данных не всегда удовлетворительны. Информация может искажаться, задерживаться, не передаваться вовсе. Все это не лучшим образом сказывается на скорости достижения конечного результата и на его качестве. Снять эти проблемы (хотя бы отчасти) помогает технология потоков работ workflow, в основу которой положено визуальное представление потоков в виде связанных диаграмм, имеющих как текстовую, так и программную составляющие.

За последние 20 лет разработано множество программных систем по управлению потоками работ. Большинство из них ориентировано на электронный документооборот (например, 1С [1], DocVision [2]). И только некоторые организации разрабатывают программное обеспечение для управления проектами (например, MS Project [3] или Pilot-Ace компании АСКОН [4], ELMA [5]). Эти системы имеют ряд проблем при разработке workflow, которые более подробно будут рассмотрены ниже.

В настоящее время в программных решениях большинства передовых производителей систем управления данными имеется модуль workflow: Simens PDM [6], Lotsia PDM [7]. Есть такая разработка и у компании АСКОН: ЛОЦМАН workflow является одним из модулей системы управления инженерными данными и жизненным циклом изделия ЛОЦМАН: PLM [8]. Он предназначен для моделирования рабочих процессов и автоматизации управления потоками заданий.

Однако в большинстве систем обработки потоков работ отсутствуют эффективные методы анализа и контроля структур диаграмматических потоков работ и связанных с ними семантическими составляющими в виде текстов и программных модулей.

Статья имеет следующую структуру. В пункте 1 сформулирована проблема исследования. Пункт 2 содержит уровневую структуру организации бизнес-процессов. В пункте 3 представлено моделирование типового бизнес-процесса согласования конструкторско-технологической документации. В заключении представлены выводы и дальнейшие направления исследований.

1. Список типовых проблем в workflows

1. Динамическое изменение бизнес-процессов включает в себя:

- добавление новых блоков бизнес-процесса (заданий и процедур).

Практически реализовано во всех существующих системах управления потоками работ.

- удаление лишних блоков бизнес-процесса (заданий и процедур).

Практически не реализовано во всех существующих системах управления потоками работ. Данная функция реализуется созданием новой версии процедуры (функции) бизнес-процесса, по которой запускаются новые потоки работ, а старые продолжают выполняться в старой версии процедуры (функции) бизнес-процесса. Для решения данной проблемы, необходимо проводить анализ запущенных потоков работ на предмет возможности перевода их на новую версию процедуры (функции) бизнес-процесса. Завершенные задания, как правило, не изменяются.

- добавление новых контекстных переменных для заданий и процедур. В существующих системах управления потоками работ, добавление новых переменных возможно только при условии создания новой версии процедуры (функции) бизнес-процесса, со всеми вытекающими последствиями, описанными выше.

- удаление контекстных переменных для заданий и процедур. Переменные определяются на уровне запуска потока работ, поэтому удаление переменных вызывают некоторые трудности, но не являются критическими. Если введенная ранее информация не является на текущий момент необходимой, то и удаление ее не должно вызывать никаких сложностей.

- добавление и удаление предопределенных (константных) переменных, которые действуют на уровне всего бизнес-процесса, является практически совсем невозможным. В этом случае предлагается создавать новую версию самого бизнес-процесса, с перезапуском всех статических (постоянно запущенных) заданий.

- не принципиальные изменения, вносимые в логику бизнес-процессов, в рамках определенных переменных, обычно не вызывают сложных проблем.

2. Анализ целостности бизнес-процесса на наличие зависимостей, заикливания и конечности.

3. Реализация систем управления потоками работ на основании разработанного бизнес-процесса. Если для разработки схемы бизнес-процесса, существует масса программного обеспечения, таких как MS Project и пр., то реализацию систем управления потоками работ выполняют большинство крупных разработчиков PDM и ERP систем независимо друг от друга. В эту категорию разработчиков попадают и разработчики систем по документообороту (1C, DocVision) и систем управления проектами (Pilot-Ace компании Аскон).

4. Ролевая концепция. Назначение на должность, назначение исполнителей.

2. Типовая уровневая структура потоков проектных работ крупного проектно-производственного предприятия

В методологии IBM Rational Unified Process используется объектно-ориентированный подход, в котором выделяются согласованные потоки работ: 6 основных процесса проектирования (бизнес-моделирование, требования, анализ и проектирование, выполнение, тестирование, развертывание) и 3 процесса поддержки (управление конфигурацией и изменениями, управление проектом, среда). На рис. 1 приведена схема задач потока «Конструкторско-технологическая подготовка производства» в технологии Rational Unified Process, которая является одним из примеров нормативных потоков проектных работ.

В узлах Конструкторско-Технологическая Подготовка Производства (КТПП), Конструкторская Подготовка Производства (КПП), Технологическая Подготовка Производства (ТПП), Разработка Технического Задания (ТЗ), Разработка Конструкторской Документации (КД), Разработка Извещения об Изменениях (ИИ), Разработка маршрута, Разработка Технологического Процесса (ТП), Разработка Специальная Технологическая Оснастка (СТО) показаны типовые задачи.

Например, Разработка ТЗ включает задачи: инициализация работ, разработка, согласование, утверждение, сдача в архив. В свою очередь «Инициализация работ» содержит следующий перечень работ: анализ требований, определение исполнителей, определение сроков.

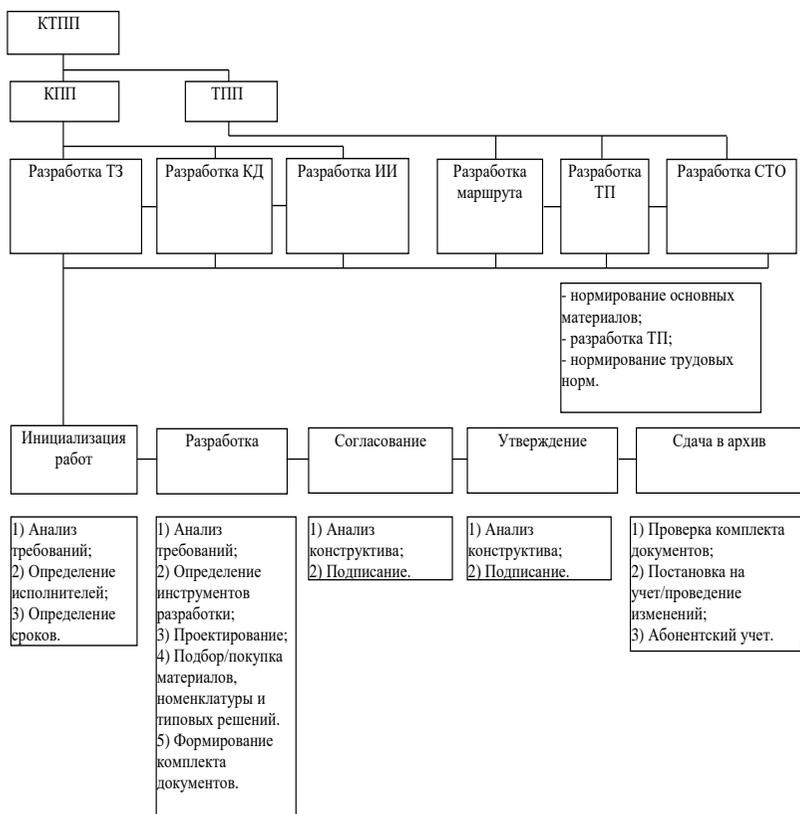


Рис. 1. Конструкторско-технологическая подготовка производства в методологии IBM Rational Unified Process

3. Модель типового бизнес-процесса согласования конструкторско-технологической документации

Этап согласования конструкторско-технологической документации содержит два типа: лабораторный (рис. 2) и конструкторский (рис. 3). Лабораторный тип представляет собой лабораторное согласование в плане корректности самой схемы (разводка на плате, проверка схем электрических, номенклатуры и т.п.). Конструкторский тип представляет согласование конструктива (различные ЭРИ на плате, технологии радиомонтажа и т.п.). Указанные потоки работ представлены на специализированном языке, позволяющем организовать условное и параллельное выполнение работ. Топологическую корректность (особенно в плане удаленных «И», «ИЛИ» разветвлений и их слияний) предлагается

проводить с помощью авторского аппарата RV-грамматик, рассмотренного в работах [9-18]. Авторами разработана модель согласования на базе сети Петри (рис. 4), позволяющая провести анализ «в целом», а ее детализация решить проблему целостности бизнес-процесса.

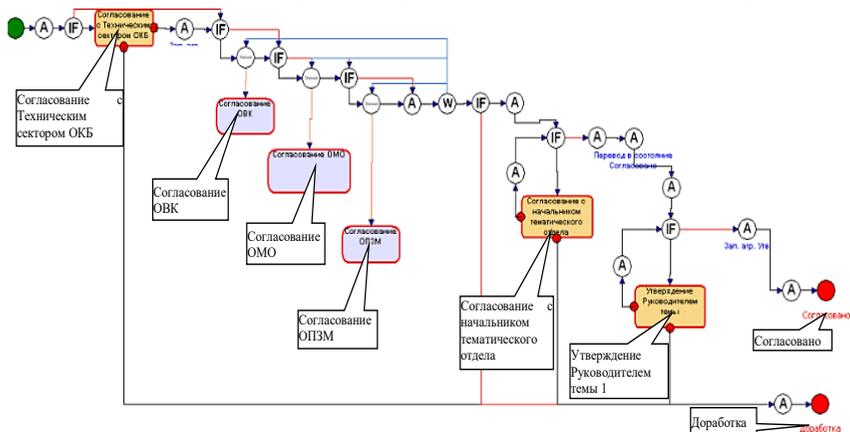


Рис. 2. Лабораторное согласование

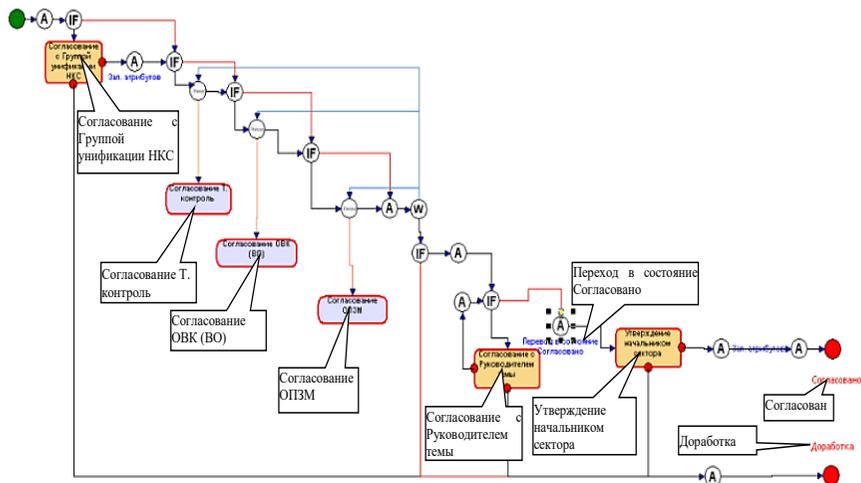


Рис. 3. Конструкторское согласование

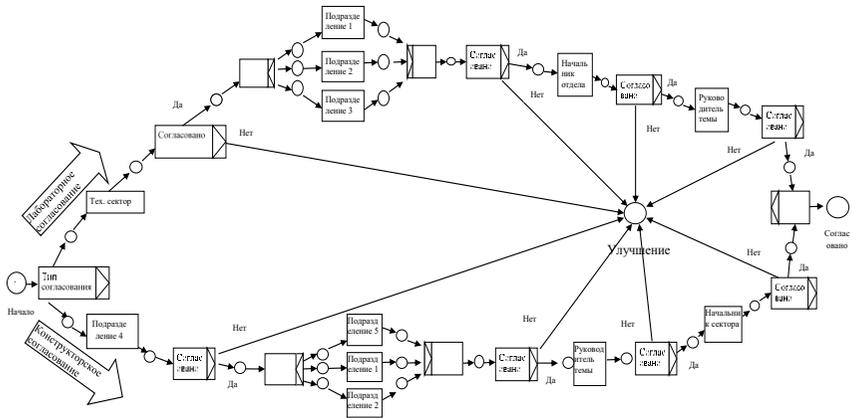


Рис. 1. Динамическая модель этапа согласования на базе сети Петри

Заключение

В статье проведен анализ бизнес-процессов конструкторско-технологической подготовки производства крупного проектно-производственного предприятия. Разработаны схема типовых потоков проектных работ, а также схема потока работ проектного процесса согласования конструкторско-технологической документации. Разработана модель проектного процесса согласования на базе сетей Петри, обладающая свойствами живости и безопасности и позволяющая решить задачу достижимости. Будущие направления работ связаны с разработкой механизмов формирования артефактов базы интеллектуальных знаний предприятия на основе анализа диаграмматических моделей потоков работ с использованием RV-грамматик, а также с семантическим анализом программных модулей диаграмм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 1C. <http://1c.ru/eng/title.htm>
2. Docvision. <http://www.docsvision.com/eng/>
3. MS Project. <https://products.office.com/en-gb/project/project-management>
4. Pilot-Ace. <http://pilote.ms.com/en/>
5. ELMA. <https://www.elma-bpm.ru>
6. Siemens PDM. http://w3.siemens.com/mcims/process-control-systems/SiteCollectionDocuments/efiles/pcs7/pdf/76/br_simatic_pdm_en.pdf
7. Lotsia PDM. <http://www.lotsia.com>
8. LOODSMAN. <http://ascon.net/main/>

9. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н. Интеллектуальная агентная система анализа моделей потоков проектных работ // Автоматизация процессов управления. – 2015. – № 4 (42). – С. 52-61.
10. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Гайнуллин Р.Ф., Бригаднов С.И., Хородов В.С., Шаров О.Г. Метакомпилятор RV-грамматик // Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2016. – № 4 (76). – С. 48-52.
11. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н. Анализ и контроль динамических распределенных потоков работ при проектировании сложных автоматизированных систем (САС) // В сборнике: Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM - 2016) труды XVI-ой международной молодежной конференции. – 2016. – С. 97-101.
12. Войт Н.Н. Исследование проблем анализа, контроля и планирования бизнес-процессов предприятия // В сборнике: Информатика, моделирование, автоматизация проектирования Сборник научных трудов VII Всероссийской школы-семинара аспирантов, студентов и молодых ученых (ИМАП-2015). – 2015. – С. 39-44.
13. Alexander Afanasyev, Nikolay Voit (2016) Intelligent Agent System to Analysis Manufacturing Process Models. In: Proceedings of the First International Scientific Conference «Intelligent Information Technologies for Industry» (IITI'16), vol. 451 of the series Advances in Intelligent Systems and Computing, pp. 395-403. doi: 10.1007/978-3-319-33816-3_39
14. Alexander Afanasyev, Nikolay Voit, Rinat Gaynullin (2016) The Analysis of Diagrammatic Models of Workflows in Design of the Complex Automated Systems. In: Proceedings of the First International Scientific Conference «Intelligent Information Technologies for Industry» (IITI'16), vol. 450 of the series Advances in Intelligent Systems and Computing, pp. 227-236. doi: 10.1007/978-3-319-33609-1_20
15. A.N. Afanasyev, N.N. Voit, R.F. Gainullin Diagrammatic models processing in designing the complex automated systems // 10th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT) – Baku, Azerbaijan, 2016 – Pp. 441-445.
16. Alexander Afanasyev and Nikolay Voit (2016) Multi-agent system to analyse manufacturing process models. In: Proceedings of International conference on Fuzzy Logic and Intelligent Technologies in Nuclear Science, pp. 444-449. doi: 10.1142/9789813146976_0072
17. Afanasyev A.N., Voit N.N., Voevodin E.Yu., Gainullin R.F. (2015) Control of UML diagrams in designing automated systems software. In: Proceedings of The 9th IEEE International conference on Application of Information and Communication Technologies: AICT, pp. 285-288. doi: 10.1109/ICAICT.2015.7338564
18. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Восводин Е.Ю., Гайнуллин Р.Ф. Анализ диаграмматических моделей в процессе проектирования автоматизированных систем // Объектные системы. – 2015. – № 10. – С. 124-129.

сведения об авторах (ФИО - полностью, место работы, должность, ученая степень, ученое звание, e-mail) (на русском и английском языке);

Афанасьев Александр Николаевич, профессор кафедры «Вычислительная техника» УлГТУ, первый проректор, проректор по дистанционному и дополнительному образованию УлГТУ, д.т.н., доцент, a.afanasev@ulstu.ru

Alexander Nikolaevich Afanasyev, Ulyanovsk state technical university (UISTU), vice principal for distance and further education, a.afanasev@ulstu.ru

Войт Николай Николаевич, доцент кафедры «Вычислительная техника» УлГТУ, заместитель директора по НИР Института дистанционного и дополнительного образования УлГТУ, к.т.н., доцент, n.voit@ulstu.ru

Nikolay Nikolaevich Voit, Ulyanovsk state technical university (UISTU), deputy director of Institute of distance and further education, n.voit@ulstu.ru;

Кириллов Сергей Юрьевич, магистрант кафедры «Вычислительная техника» УлГТУ, хаус73@gmail.com

Sergei Yur'evich Kirillov, Ulyanovsk state technical university (UISTU), Master of Science degree in Computer Science Department of UISTU, хаус73@gmail.com

Уханова Мария Евгеньевна, аспирантка кафедры «Вычислительная техника» УлГТУ, ведущий инженер-программист – руководитель группы АО «Ульяновский механический завод», mari-u@inbox.ru

Mariya Evgen'evna Ukhanova, Ulyanovsk state technical university (UISTU), graduate student of the department «Computer Science» UISTU, leading engineer-programmer - head of the group JSC «Ulyanovsk Mechanical Plant» mari-u@inbox.ru

Ионова Ирина Сергеевна, аспирант кафедры «Вычислительная техника» УлГТУ, заместитель начальника отдела труда и заработной платы АО «Ульяновский механический завод», epira@mail.ru

Irina Sergeevna Ionova, Ulyanovsk state technical university (UISTU), graduate student of the Department «Computer Science» UISTU, deputy head of the Labor and Wages Department of JSC «Ulyanovsk Mechanical Plant», epira@mail.ru