

# Efficiency of documentation flow at scientific and engineering enterprises

N. A. Borsuk<sup>1</sup>, V. A. Fedorova<sup>2</sup>, A. D. Minina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bauman Moscow State Technical University, Kaluga branch, Kaluga, Russia

<sup>2</sup> Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

A choice of a suitable document management automation system often becomes a highly complicated task. Such systems are currently available in big variety. Apart from that, each enterprise has its own specifics, while small and medium-sized scientific & engineering enterprises have also a wide range of small-scale orders. The purpose of the article is to demonstrate a reasonable approach to the choice of a document management system to be efficient for a particular enterprise. The expediency is showed for creating a uniform information space for data exchange at a scientific & engineering enterprise. The author proposes modelling methods and algorithms enabling to decrease the number of generated documents and resources consumed for generation thereof. UML diagrams of the uniform information space have been described. Modelling of local document flows of enterprises has been performed with the help of Petri net: a conclusion has been made on multiplicity and increase in the number of documents in each cycle of the production process. Introduction of the PDM system has been supported and one of the stages of creation of the uniform information space has been described: it is possible to track in real time mode the timelines for execution of documents, ready-made documents and to make the necessary managerial decisions, thereby improving efficiency of the workflow and production process. The authors has demonstrated the implementation of the developed methods and models for a medium-sized scientific & production enterprise in real practice and has provided recommendations on introduction of document management automation systems at such enterprises.

**Keywords:** document flow, automation, unified information space, modeling, Petri net, PDM system, UML diagrams

*For citation:*

Borsuk N. A., Fedorova V. A., Minina A. D. Efficiency of documentation flow at scientific and engineering enterprises. Radiopromyshlennost, 2018, vol. 28, no. 3, pp. 99–106. (In Russian). DOI: 10.21778/2413-9599-2018-28-3-99-106

## Введение

Практически не осталось ни одной сферы человеческой деятельности, которую бы не затронули автоматизация и компьютеризация. Протекание любых процессов можно зафиксировать и записать на различных носителях и далее обработать. Автоматизируются процессы производства, проектирования, обработки и систематизации данных и т. д. Автоматизация имеет особое значение в высокотехнологичных научно-производственных областях. В статье рассмотрена процедура повышения эффективности документооборота на примере научно-производственного предприятия, проектирующего и выпускающего большое количество мелкосерийной электронной продукции. На данном предприятии были выявлены недостатки документооборота, в частности: отсутствие типизации документов в различных подразделениях одной организации, работающей над одним проектом, и потеря или порча документов по различным причинам. Одной из мер по повышению эффективности документооборота в таких случаях является создание единого информационного пространства (ЕИП).

## Анализ системы документооборота на предприятии

В ходе исследования были определены взаимосвязи информационного обмена между различными процессами на научно-производственном предприятии.

Сделан вывод о множественности и разносторонности данных взаимосвязей.

При наличии бумажного потока между подразделениями предприятия отмечается ряд проблем:

- Отсутствие типизации документов на всех уровнях производственного процесса. Данную проблему в большинстве случаев удается решить, как правило, только для документов кадрового и бухгалтерского учета. Например, если предприятие использует компьютерную программу для автоматизации производственных процессов «1С: Кадровый учет». В остальных случаях, если речь идет о движении более простых служебных документов между подразделениями, проблема в том или ином виде имеет место.
- Потеря документов при их передвижении между подразделениями. Если это происходит, возникает необходимость дублирования документации.
- Порча документов. Со временем бумажные носители могут выйти из строя (возможны заломы бумаги, замятие, порча под воздействием внешних факторов и т. д.).
- Как следствие потери и порчи документов – увеличение трат на закупку расходных материалов для печати и на транзакцию документации. Встает также вопрос о повышении общих расходов (в том числе коммунальных) на производстве.

- Неупорядоченность процесса передачи документов и возможное отсутствие контроля получения и фиксации доставки документа до адресата. Проблема возникает при полном отсутствии компьютеризованного процесса обмена данными между подразделениями организации.
- Неупорядоченное хранение документов, относящихся к одному изделию.
- Отсутствие единой централизованной системы контроля сроков исполнения задания.
- В определенных случаях невозможность предоставления по требованию нужной информации в определенные сроки и в требуемом формате.
- Использование программ моделирования изделия зарубежного разработчика. Создаваемые в таких программах чертежи могут не отвечать требованиям стандартизации, принятым в России (если предприятие работает только по национальным стандартам). Вследствие этого появляется необходимость в переработке ранее сделанных чертежей под требуемые стандарты, что приводит к значительным временным затратам и привлечению большего числа людей.

Решение данных проблем и создание эффективного процесса документооборота связаны с необходимостью усовершенствования обмена информацией между различными организациями или подразделениями. Стоит отметить, что на сегодняшний день объем бумажного документооборота на научно-производственных предприятиях только преумножается. Вместе с тем автоматизация и компьютеризация того или иного процесса в полном объеме не всегда осуществимы. Вследствие этого требуются как можно большее количество типизированных документов, хранящихся в единой базе данных организации, использование электронных архивов документов, также хранящихся в базе данных, применение модуля контроля сроков исполнения приказов, распоряжений руководства, контроля выполнения этапов проектирования и др.

Вопрос автоматизации документооборота на предприятии многогранен и неисчерпаем. Структуры предприятий также разнообразны, а следовательно, и документопоток отличается у различных производств. Создание ЕИП может стать одним из этапов решения поставленной задачи.

Под ЕИП понимают комплекс интегрируемых между собой программ, позволяющих хранить, обрабатывать и передавать информацию между подразделениями научно-производственного предприятия [1–3].

Следующие системы могут быть внедрены на предприятии:

- PLM-система (прикладное программное обеспечение для управления жизненным циклом продукции).

Разработана на веб-платформе, интегрирующей информационное пространство, в котором функционируют другие автоматизированные системы многих предприятий. Эта система использует много инструментов САПР и рассчитана на большую номенклатуру продуктов. Она работает только с данными, относящимися к САПР, и стоит очень дорого.

- PDM-система (система управления данными об изделии) не использует веб-ресурс. Ее стоимость намного ниже, чем у PLM-систем. Внедрение данной системы целесообразно на малых и средних предприятиях. Она работает с данными о продуктах, связанными с системой автоматизированного проектирования CAD.

Таким образом, на малых и средних научно-производственных предприятиях целесообразно внедрять PDM-системы.

PDM-системы позволяют с помощью программного обеспечения управлять данными о программных продуктах и должны быть связаны с ЕИП.

В систему входят:

- система CAD;
- математические модели;
- информация об этапах проектирования, запуске деталей;
- инструкции по изготовлению;
- требования заказчика;
- конструкторская документация;
- распорядительные документы.

Эта система обеспечивает безопасное управление данными, процессами и конфигурацией.

Основные функциональные возможности PDM-систем охватывают следующие направления:

- управление хранением данных и документами;
- управление процессами и потоками работ;
- управление структурой продукта;
- автоматизацию генерации выборок и отчетов;
- автоматизацию авторизации пользователей.

### Единое информационное пространство

В состав ЕИП обязательно входит сервер данных, хранящий всю информацию (базу данных о сотрудниках, данные о жизненном цикле изделия, стандарты организации (СТО), конструкторскую документацию, архивные документы, данные о заказчиках и заказах, ведомости, приказы и т. д.). ЕИП может быть реализовано в виде твердотельных накопителей или представлять собой облачное хранилище. Пример ЕИП в виде UML-диаграммы представлен на рис. 1.

Информационное пространство предприятия объединяет сервер и четыре отдела, в каждом из кото-

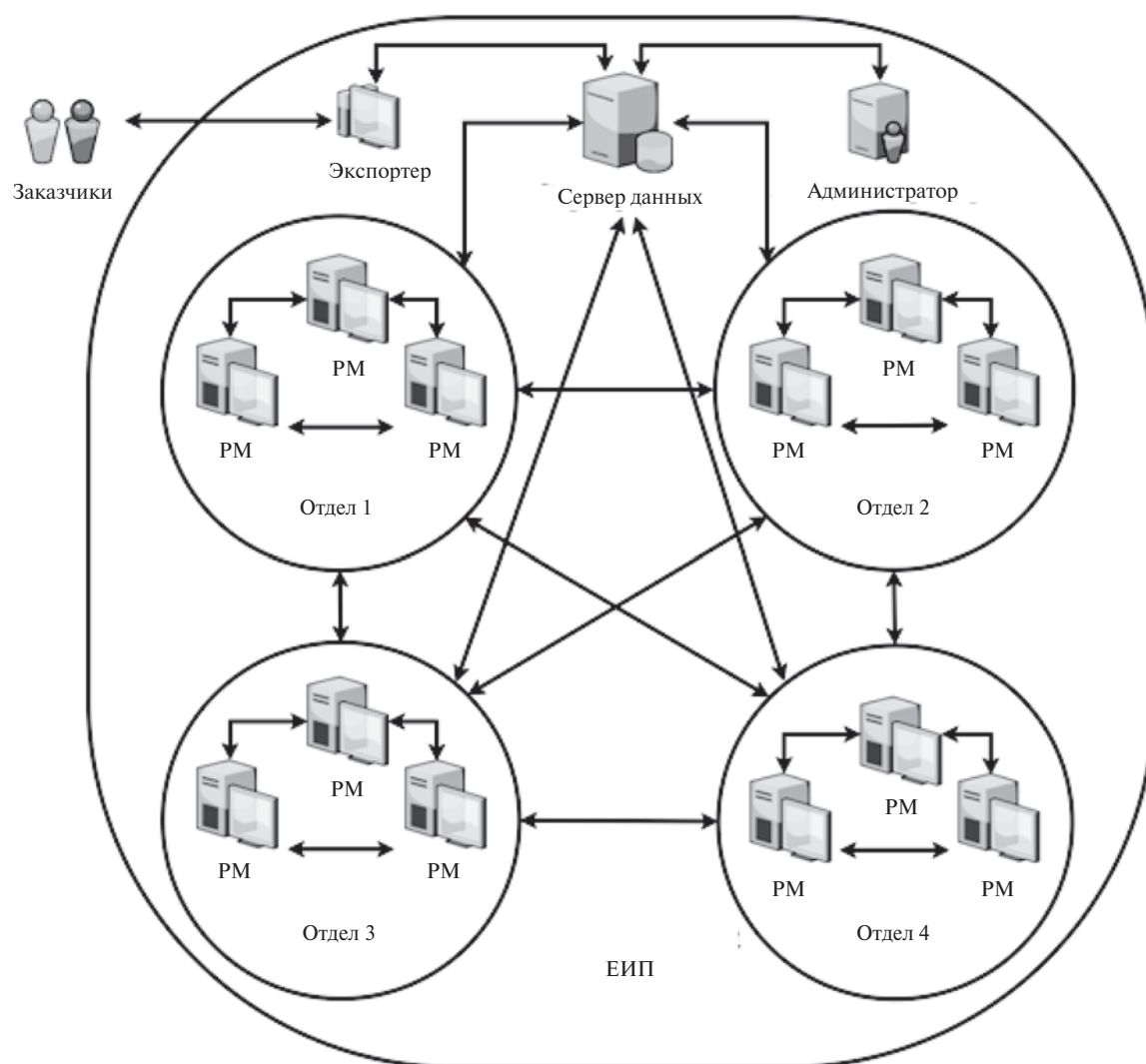


Рисунок 1. Пример ЕИП: PM – рабочее место

Figure 1. Example of the uniform information space: PM – workstation

рых находится несколько рабочих мест. Существуют взаимодействия как между рабочими местами, так и между отделами, а также с сервером. Связи могут быть множественные и разносторонние.

Одним из вопросов, важных для научно-производственного предприятия, является защита используемой и хранимой информации. ЕИП позволяет не только защитить всю информацию посредством программных средств, но и дает возможность организовать отдельный для каждого сотрудника доступ к информации с помощью авторизации и специальных ключей. Большинство вопросов информационной безопасности отсутствуют в определенных подразделениях на предприятии в целом при наличии только бумажного документооборота.

Авторами разработана модель на базе сети Петри, предназначенная для организации документооборота между структурными подразделениями, для научно-производственных предприятий.

### Реализация разработанной модели

Разберем для примера систему документооборота предприятия НПП «Прометей» с численностью более 1000 человек.

Структура НПП «Прометей» представлена на рис. 2. При увеличении заказов и выпускаемой продукции документопоток на таком предприятии вырастает в разы. Даже такой простой документ, как служебная записка, может пройти в схеме документопотока довольно длинный путь. Это происходит из-за принятой в организациях иерархической модели взаимодействия структурных подразделений. Документ должен пройти определенную цепочку от отправителя до лица, обладающего правом визирования данного документа, и назад к отправителю.

С помощью UML-диаграмм были выполнены объектное моделирование и разработка алгоритмов и программного обеспечения в сфере автоматизированного документооборота НПП «Прометей».

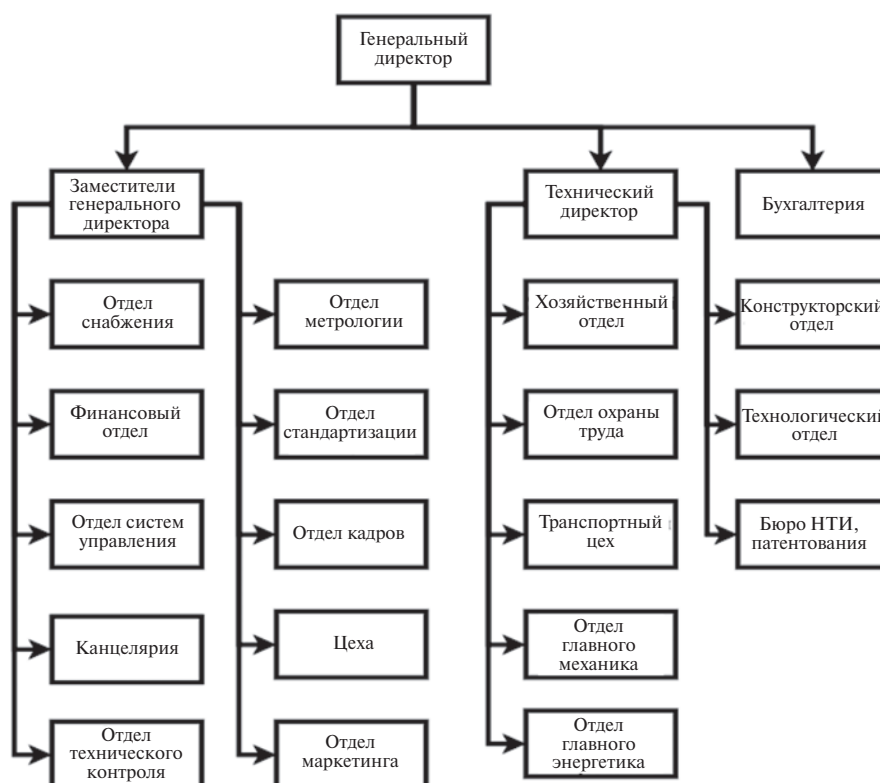


Рисунок 2. Структура НПП «Прометей»

Figure 2. Structure of Scientific &amp; Engineering Enterprise Prometei

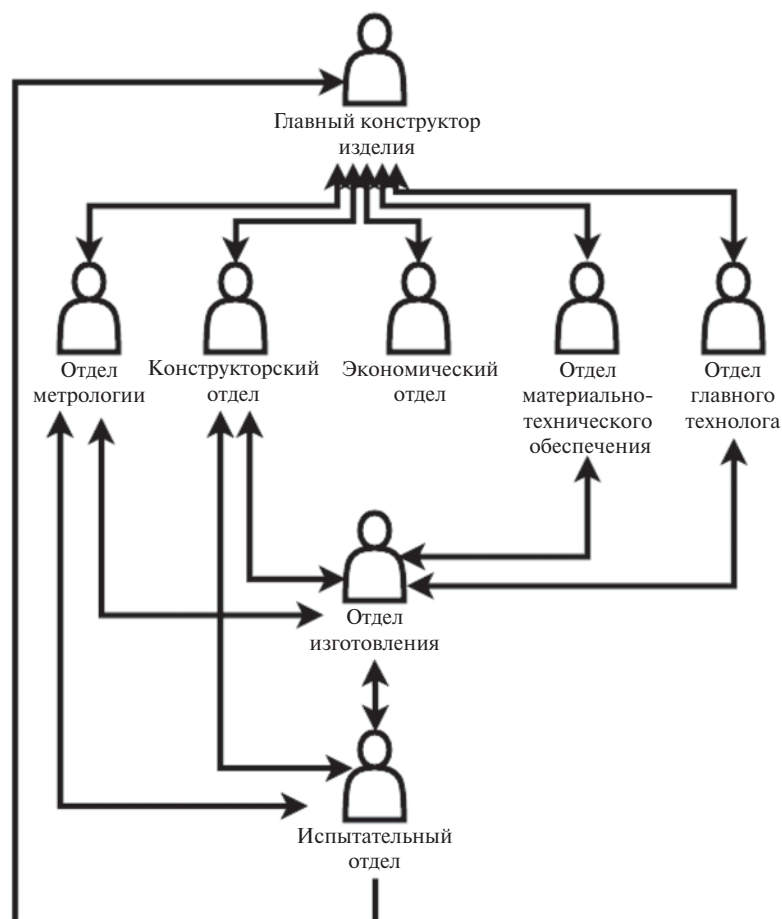


Рисунок 3. UML-диаграмма, на которой представлены взаимосвязи внутри НПП «Прометей»

Figure 3. UML diagram, which presents the interrelations within the Scientific &amp; Engineering Enterprise Prometei

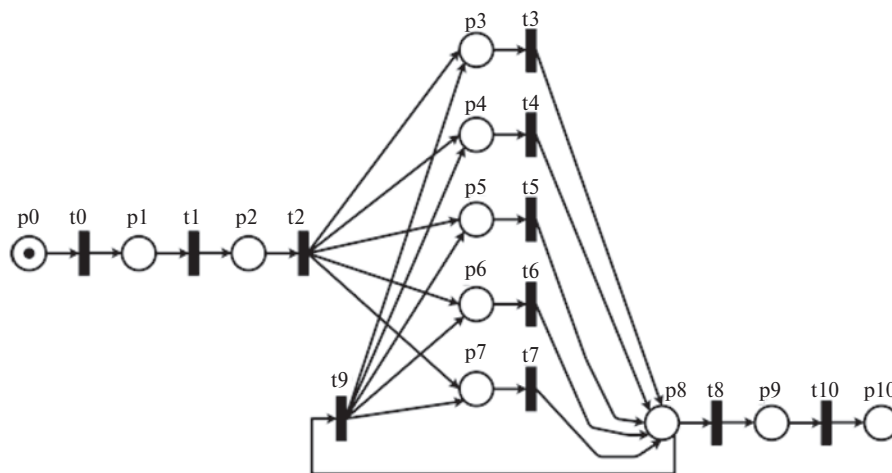


Рисунок 4. Модель сети Петри для документооборота НПП «Прометей»: p0–p10 – условия, при которых срабатывают переходы t0–t10, если в позиции есть маркер (точка)

Figure 4. Model of Petri net for document flow of Scientific & Engineering Enterprise Prometei: p0–p10 – the conditions under which transitions t0–t10 are triggered, if a position has a marker (point)

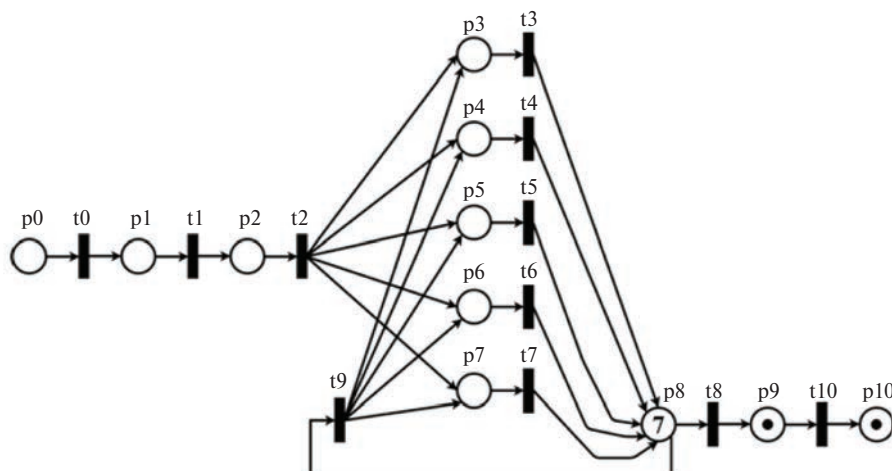


Рисунок 5. Запущенная сеть Петри

Figure 5. A launched Petri net

В общем виде UML-диаграмма работы НПП «Прометей» представлена на рис. 3.

С помощью математического аппарата сети Петри [4] выполнено моделирование автоматизированной системы документооборота. Модель сети Петри (в основном для моделирования движения технического задания) для НПП «Прометей» приведена на рис. 4.

Запустив в программе по разработанному алгоритму моделирующую сеть Петри, получим результат, приведенный на рис. 5. Стоит отметить, что сеть была запущена до получения первого маркера в конечной позиции, что означает «выполненный и готовый для сдачи проект».

Результаты моделирования в сети Петри представляют собой один цикл производства – от получения заказа на выполнение (p0) и до готового к сдаче

проекта (p10). В позициях приема заказа (p0), планирования разработки (p1) и готовности технического задания (p2) во время исполнения цикла производства перемещается один документ (маркер). Далее происходит выдача технического задания (t2), количество документов при этом увеличивается до пяти: в позициях получения технического задания (p3...p7) находится по одному документу (маркеру). Затем следует этап испытания тестовых образцов (p8), сюда попадут ранее созданные пять документов (маркеров). После внесения корректив (t9) и по результатам испытаний (t8) и статусу исполнения (p9) следуют изготовление опытной партии (t10) и сдача заказчику проекта (p10). На этапе внесения корректив количество документов может увеличиваться в два раза с каждым циклом.

Согласно рис. 5, количество маркеров равно девяти: семь документов на условии выполненного зада-

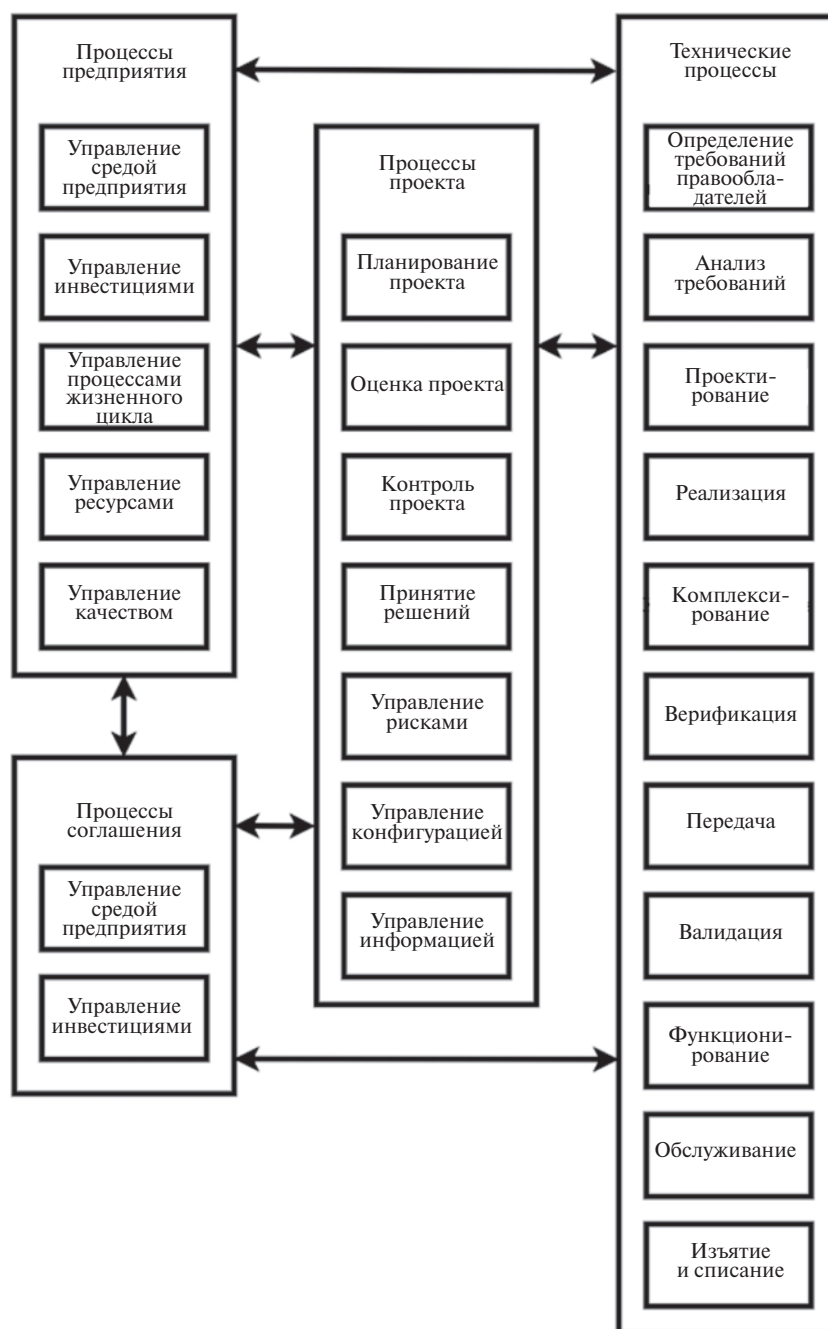


Рисунок 6. Документооборот с учетом взаимосвязей между подразделениями предприятия  
Figure 6. Document flow with allowance for interrelations between the enterprise subdivisions

ния и по одной точке на тестировании и выполненном проекте. Так как изначально документ был один (маркер только в позиции р0), а к концу первого цикла производства стало девять документов, то их количество увеличилось на восемь. Если продолжить моделировать цикл, то на каждом цикле прирост будет равен трем. Следовательно, количество документов будет неуклонно расти на каждом этапе производственного процесса.

Общий случай документооборота с учетом различных взаимосвязей на разных этапах производства [5] показан на рис. 6.

### Выводы

Все процессы, представленные на рис. 6, описываются на 70% большим количеством бумажных носителей по сравнению с автоматизированной системой документооборота.

Для повышения эффективности документооборота целесообразно типизировать и автоматизировать процесс с применением единой базы данных хранения наиболее общих и часто используемых документов. Одна система может образовать лишь часть ЕИП организации. При этом каждая из таких частей важна для достижения максимального эффективного результата.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Схиртладзе А. Г., Скворцов А. В., Чмырь Д. А. Проектирование единого информационного пространства виртуальных предприятий. 2-е изд. М., Берлин: Директ-Медиа, 2017. 617 с.
2. Ершова Т. Б. Организационные аспекты создания единого информационного пространства предприятия // Транспортное дело России. 2009. № 2. С. 62–65.
3. Вичугова А. Единое информационное пространство предприятия: миф или реальность. [Электронный ресурс]. URL: <https://gridder.ru/technologies/computers/edinoe-informacionnoe-prostranstvo-predpriyatija-mif-ili-realnost> (дата обращения: 01.08.2018).
4. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. М.: Мир, 1984. 264 с.
5. Блюмин А. М., Феоктистов Н. А. Мировые информационные ресурсы. 3-е изд. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. 384 с.

## REFERENCES

1. Skhirtladze A. G., Skvortsov A. V., Chmyr D. A. *Proektirovanie edinogo informatsionnogo prostranstva virtualnykh predpriyatii* [Designing a single information space for virtual enterprises]. 2<sup>nd</sup> ed. Moscow, Berlin, Direct Media Publ., 2017. 617 p. (In Russian).
2. Ershova T. B. Organizational aspects of creating a single information space of an enterprise. *Transportnoe delo Rossii*, 2009, no. 2, pp. 62–65. (In Russian).
3. Vichugova A. Unified information space of the enterprise: myth or reality (In Russian). Available at: <https://gridder.ru/technologies/computers/edinoe-informacionnoe-prostranstvo-predpriyatija-mif-ili-realnost> (accessed 01.08.2018).
4. Peterson J. *Teoriya setei Petri i modelirovanie sistem* [Theory of Petri nets and modeling of systems]. Moscow: Mir Publ., 1984. 264 p.
5. Blyumin A. M., Feoktistov N. A. *Mirovye informatsionnye resursy* [World information resources]. 3<sup>rd</sup> ed. Moscow, Izdatelsko-torgovaya korporatsiya Dashkov and Co. Publ., 2016. 384 p.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Борсук Наталья Александровна**, к.т.н., доцент, Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Калужский филиал, 248000, Калуга, ул. Баженова, д. 2, тел.: +7 (910) 910-27-99, e-mail: [borsuk.65@yandex.ru](mailto:borsuk.65@yandex.ru).

**Федорова Вероника Анатольевна**, к.т.н., доцент, Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, 105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1, тел.: +7 (985) 815-53-21, e-mail: [bmstukf@mail.ru](mailto:bmstukf@mail.ru).

**Минина Александра Дмитриевна**, бакалавр, Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Калужский филиал, 248000, Калуга, ул. Баженова, д. 2, тел.: +7 (965) 702-01-46, e-mail: [alex16071607@gmail.com](mailto:alex16071607@gmail.com).

## AUTHORS

**Natalya A. Borsuk**, Ph.D. (Engineering), associate professor, Bauman Moscow State Technical University, Kaluga branch, 2, ulitsa Bazhenova, Kaluga, 248000, Russia, tel.: +7 (910) 910-27-99, e-mail: [borsuk.65@yandex.ru](mailto:borsuk.65@yandex.ru).

**Veronica A. Fedorova**, Ph.D. (Engineering), associate professor, Bauman Moscow State Technical University, 5, stroenie 1, 2-ya Baumanskaya ulitsa, Moscow, 105005, Russia, tel.: +7 (985) 815-53-21, e-mail: [bmstukf@mail.ru](mailto:bmstukf@mail.ru).

**Alexandra D. Minina**, bachelor, Bauman Moscow State Technical University, Kaluga branch, 2, ulitsa Bazhenov, Kaluga, 248000, Russia, tel.: +7 (965) 702-01-46, e-mail: [alex16071607@gmail.com](mailto:alex16071607@gmail.com).

Поступила 04.06.2018; принята к публикации 02.07.2018; опубликована онлайн 24.08.2018.  
Submitted 04.06.2018; revised 02.07.2018; опубликована онлайн 24.08.2018.