

- избежать затоваривания в складском комплексе;
- в целом снизить уровень запасов;
- ускорить оборачиваемость запасов;
- снизить себестоимость продукции (в данном случае – транспортной услуги);
- исключить дефицит важных в производственном процессе ресурсов.

Библиографический список

1. Запросы предложений ГУП «Петербургский метрополитен». – URL : <http://www.metro.spb.ru/mtz/gate/price>.
2. Никифорова М. С. Развитие системы складов временного хранения в РФ / М. С. Никифорова. – М. : ГАСИС, 2008. – 50 с.

УДК 656.25

И. А. Добряков, П. Е. Булавский, Д. С. Марков

Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I

АНАЛИЗ ДОКУМЕНТООБОРОТА ДИСТАНЦИИ СЦБ НА ОСНОВЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ

Описана методика обследования документооборота дистанции сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) для сбора данных; приведены способы формализации полученных данных в виде формализованного описания на основе международного стандарта IDEF0. Предложены методы расширения стандарта IDEF0 для описания процессов документооборота дистанции. Представлен процесс перехода от формализованного описания в виде IDEF0 к описанию в виде параллельных логических схем алгоритмов (ПЛСА), предложена концепция автоматизированного перехода от описания в виде IDEF0 к ПЛСА и далее к имитационной модели процесса.

Электронный документооборот технической документации, формализованное описание, обследование, параллельные логические схемы алгоритмов, имитационное моделирование.

Для повышения эффективности, организации рационального проектирования, строительства и эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) необходимо комплексное внедрение электронного документооборота технической документации (ЭДТД) [3]. К системам электронного документооборота должны предъявляться новые требования для организации оперативного доступа к документации проектными организациями (ПрО), строительными (СтО), эксплуатационными и ремонтными.

Синтез систем ЭДТД СЖАТ представляет собой сложную системо-техническую за-

дачу из-за особенностей документооборота технической документации (ДТД): косвенной зависимости безопасности движения поездов от качества и своевременности подготовки технической документации, территориальной распределенности средств и участников ДТД, большого количества участвующих в них организаций, решающих разнородные задачи, а также взаимозависимости сопровождающих документов. Кроме того, для ДТД отдельных дистанций СЦБ характерны различия и отклонения от правил производства работ. Все это усложняет процессы документооборота и требует создания стандартизированной модели,

основанной на нормативной документации и отраслевых стандартах.

Как и любая сложная бизнес-система, ЭДТД предполагает параллельную разработку имитационной модели [6] для операционных исследований с целью сравнения вариантов наиболее рациональных системо-технических решений по ее разработке и модернизации.

Синтез имитационной модели (ИМ) предполагает наличие формализованного описания (ФО) [4], отображающего исследуемые процессы, необходимые параметры и условия выполнения ЭДТД, внутренние и внешние воздействия. Формализация процессов ЭДТД сводится к описанию ТД, ее состояний, процессов создания, обработки и применения с указанием участников ЭДТД, реализующих данные процессы.

Основой ФО является формализованное представление алгоритмов выполнения процессов участниками ЭДТД, описание взаимодействия участников ДТД на различных уровнях, определение их функциональных и информационных связей. Формирование ФО с обеспечением полноты и достоверности

описания предполагает разработку методики обследования ДТД.

Методика обследования

На первых этапах операционного исследования ЭДТД в дистанции проводятся обследование и построение исходной формализованной схемы системы. Для обеспечения адекватности ФО и ИМ, а также для сокращения временных затрат на обследование необходимо разработать методику обследования документооборота технической документации в дистанциях, так как архивирование и использование документации происходит именно в дистанциях СЦБ.

На первой стадии необходимо определить глубину, объем исследования, источники и способы получения необходимой информации, а также утвердить основные формы, заполняемые в процессе обследования. Процесс получения информации представляется в виде схемы (рис. 1).

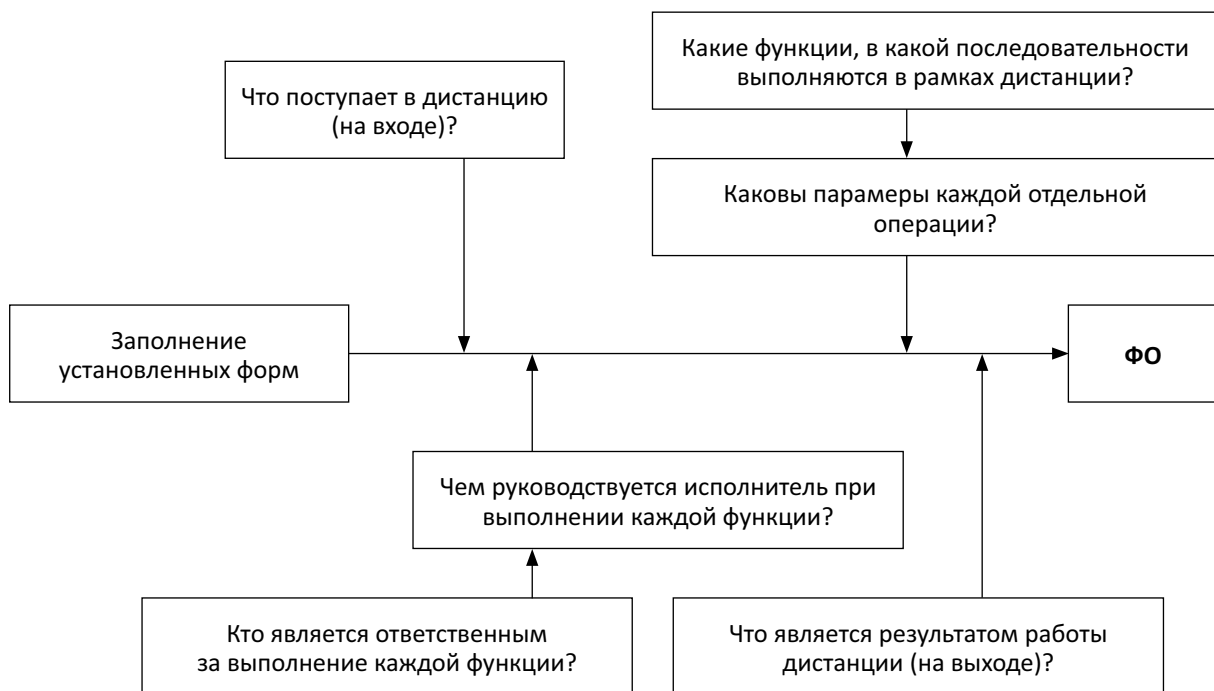


Рис. 1. Обследование дистанции

Обследование предполагается выполнять поэтапно:

- подготовка (создание исходной ФО);
- экспертный анализ системы (сбор информации);
- анализ информации;
- корректировка первоначального ФО.

К каждому этапу предъявляются свои требования, используются конкретные инструменты и методики. Алгоритм обследования представлен на рис. 2.

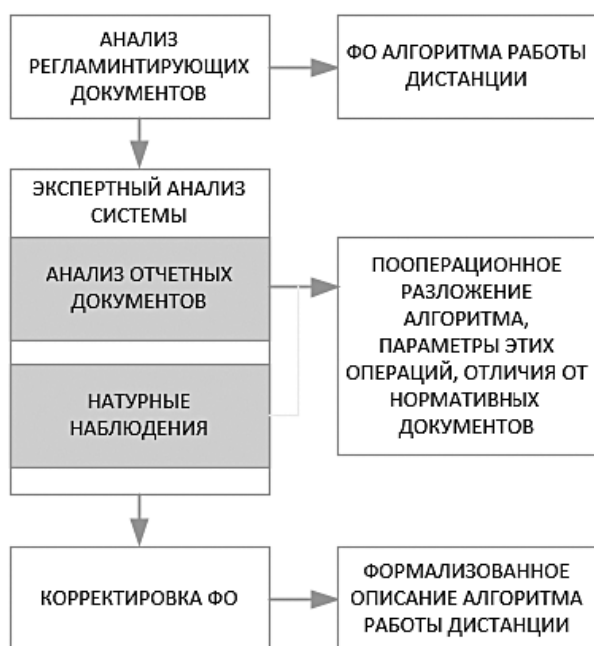


Рис. 2. Алгоритм обследования дистанции

Подготовка включает в себя выявление организационной и функциональной структуры изучаемого процесса, взаимосвязей процессов, а также участников на основе регламентирующих документов, находящихся в дистанции. На этом этапе обследования формируется ФО алгоритма работы дистанции с ТД.

Экспертный анализ заключается в пооперационной записи алгоритма, параметров операций, в анализе процесса с последующим составлением таблицы результатов обследования (см. таблицу). Методика подразумевает опрос нескольких специалистов (сотрудников дистанции) для более точного и независимого

результата. Целью опроса является выявление особенностей алгоритма, его отличий от нормативной документации, а также выяснение характеристик процессов документооборота в дистанции.

Существенная информация для разработки ФО и ИМ: участники, задействованные на определенных этапах алгоритма функционирования; продолжительность отдельных операций алгоритмов и влияющие на нее факторы; документация, составляемая при выполнении отдельных операций алгоритма.

Анализ полученной информации проводится с целью исследования данных «как есть» и «как должно быть» согласно нормативным документам. Анализ стóит проводить как самому исследователю, так и представителям дистанции.

Завершающим этапом является корректировка исходного ФО по данным натурных наблюдений.

Результаты обследования

В соответствии с разработанной методикой обследована Тихвинская дистанция СЦБ, ШЧ-8, собрана и проанализирована информация по технологическим процессам и документообороту в дистанции при новом строительстве СЖАТ. Результаты обследования сведены в таблицу.

Для описания иерархии процессов, согласно [2], введем следующие обозначения:

$$\begin{cases} A_i \in A, i = \overline{1, N}; \\ a_{ij} \in A_i, j = \overline{1, M}, \end{cases} \quad (1)$$

где A_i – набор процессов i -го уровня иерархии. Набор i образует множество N всех уровней иерархии, рассматриваемых в данном исследовании.

Набор j образует множество M всех процессов на данном уровне иерархии. Обозначения процессов указаны в последнем столбце таблицы.

Результаты обследования дистанции

Работа	Участники	Продолжительность работы	Документ на выходе работы	Факторы, влияющие на продолжительность	Обозначение процесса в иерархии
Формирование и выдача ТУ	ШЧ, Ш	3–5 сут.	ТУ ШЧ, ТУ Ш	Срок, указанный в телеграмме на выдачу ТУ	A01
Строительство	Строительная организация, подрядная организация, ШЧ, ПЧ, ДС	6 мес.	Уведомление от строителей об окончании СМР, исполнительная документация, рабочий экземпляр проекта	Объем строительно-монтажных работ (СМР)	A03
Пуско-наладочные работы	Бригада ПНР	2 недели	Телеграмма в «адрес 13»	Сложность оборудования, объем СМР	A04
Комплексное опробование	Бригада ПНР, рабочая комиссия (СТР, ШЧ, ПЧ, ЭЧ, РЦС, ДС)	2, 4, 6, 8, 12 и более часов	Заполненные проверочные таблицы, телеграмма в «адрес 14»	В зависимости от объема проводимых проверок и сложности оборудования	A05
Внесение в БД АСУ-Ш	Тех. отдел ШЧ	1–3 дня	Заполненная БД	Объем вносимых данных, сложность заполняемых форм	A06
Архивирование и ведение ТД в дистанции	Группа тех. док. ШЧ	1–2 недели	Контрольный экземпляр, экземпляр участка, экземпляр службы	Объем технической документации, кол-во изменений в проекте	A07

Формализация полученных данных в виде IDEF0-диаграмм

Переходить от результатов обследования (см. таблицу) к ИМ предлагается на основе международных IDEF-стандартов [7]. IDEF-методология позволяет получать и анализировать модели деятельности сложных информационных систем, в том числе ЭДТД. При

этом детализация обследования определяется самим разработчиком, что позволяет не перегружать создаваемую модель лишними данными.

Для описания процессов ЭДТД применим стандарт IDEF0, являющийся методологией функционального моделирования. С помощью наглядного графического языка изучаемая система формализуется в виде набора взаи-

мосвязанных функций (функциональных или программных блоков – в терминах IDEF0). Описание средствами IDEF0 – переходный этап изучения любой системы при анализе ее деятельности и создания ИМ.

Структура блока в стандарте IDEF0 включает в себя следующие элементы: блок с названием выполняемой функции; вход для данных (информация, ресурсы и т. п.); выход с результатом функционирования блока; управление; механизм (исполнитель) (рис. 3 а).

Однако с точки зрения представления ЭДТД в стандарте IDEF0 типового блока недостаточно, так как необходимо учитывать воздействие на выполняемую блоком функцию нормативной документации (НД), а также контроля и мониторинга (КМ) по результатам выполнения. В соответствии с [1] предлагается использовать расширенный блок IDEF0 (рис. 3 б), который учитывает эти особенности ЭДТД СЖАТ.

Предложенная структура расширенного функционального блока позволяет строить IDEF0 – диаграммы для ЭДТД, отражающие все особенности и свойства его процессов. Функциональный блок представляет собой процесс, где документы либо создаются, либо претерпевают изменения. Переходы между блоками – сами документы, качество и ско-

рость формирования которых необходимо отслеживать.

Реализация IDEF0-диаграммы, описывающей электронный документооборот ТД при внедрении новой СЖАТ, представлен на рис. 4. На диаграмме для понимания картины в целом отображены все процессы ЭДТД при внедрении новой СЖАТ; блоки, участником которых является дистанция СЦБ, выделены жирной линией.

Детализация представления результатов обследования определяется требованиями конкретного исследования, при этом каждый функциональный блок IDEF0-диаграммы можно представить как отдельную, более подробную IDEF0-диаграмму. На рис. 5 приведена детализация блока «пуско-наладочные работы».

Представим детализацию процессов 1 (A_{0j}) уровня иерархии с помощью графа (рис. 6), который отображает последовательность выполнения работ и переходы по результатам оценки качества работ (линии k_j). Граф строится для удобства перехода от IDEF0-модели к ПЛСА.

На рис. 6 процесс «A02» включает в себя предпроектные обследования, проектирование системы, согласование и утверждение готовой проектно-сметной документации, однако из-за отсутствия в данных процессах дистанции

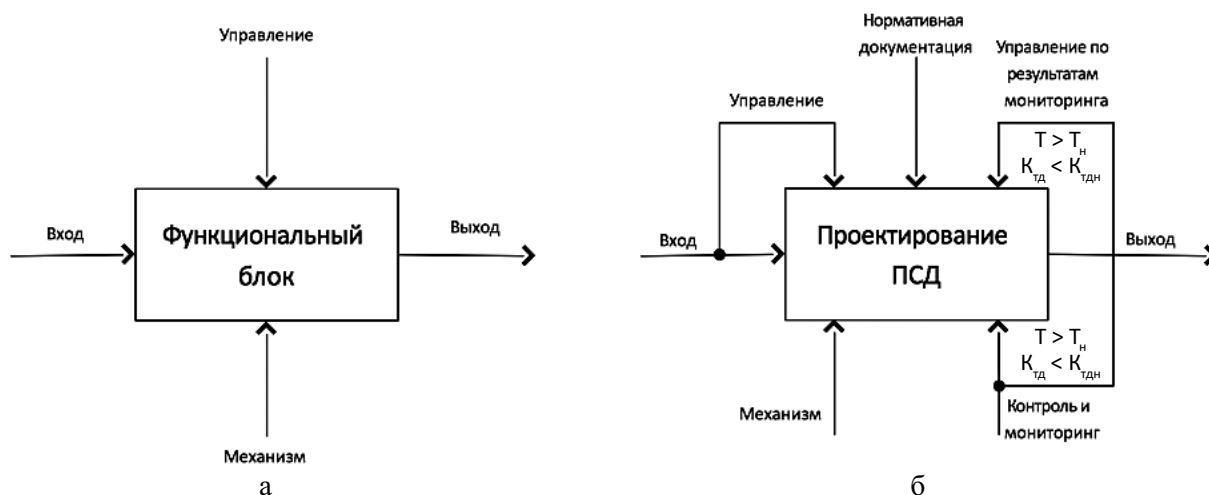


Рис. 3. Типовой (а) и расширенный (б) блоки IDEF0:

T – фактическое время обработки ТД; T_n – нормативное время обработки ТД;

$K_{\text{ТД}}$ – фактическое качество ТД; $K_{\text{ТДн}}$ – нормативное качество ТД

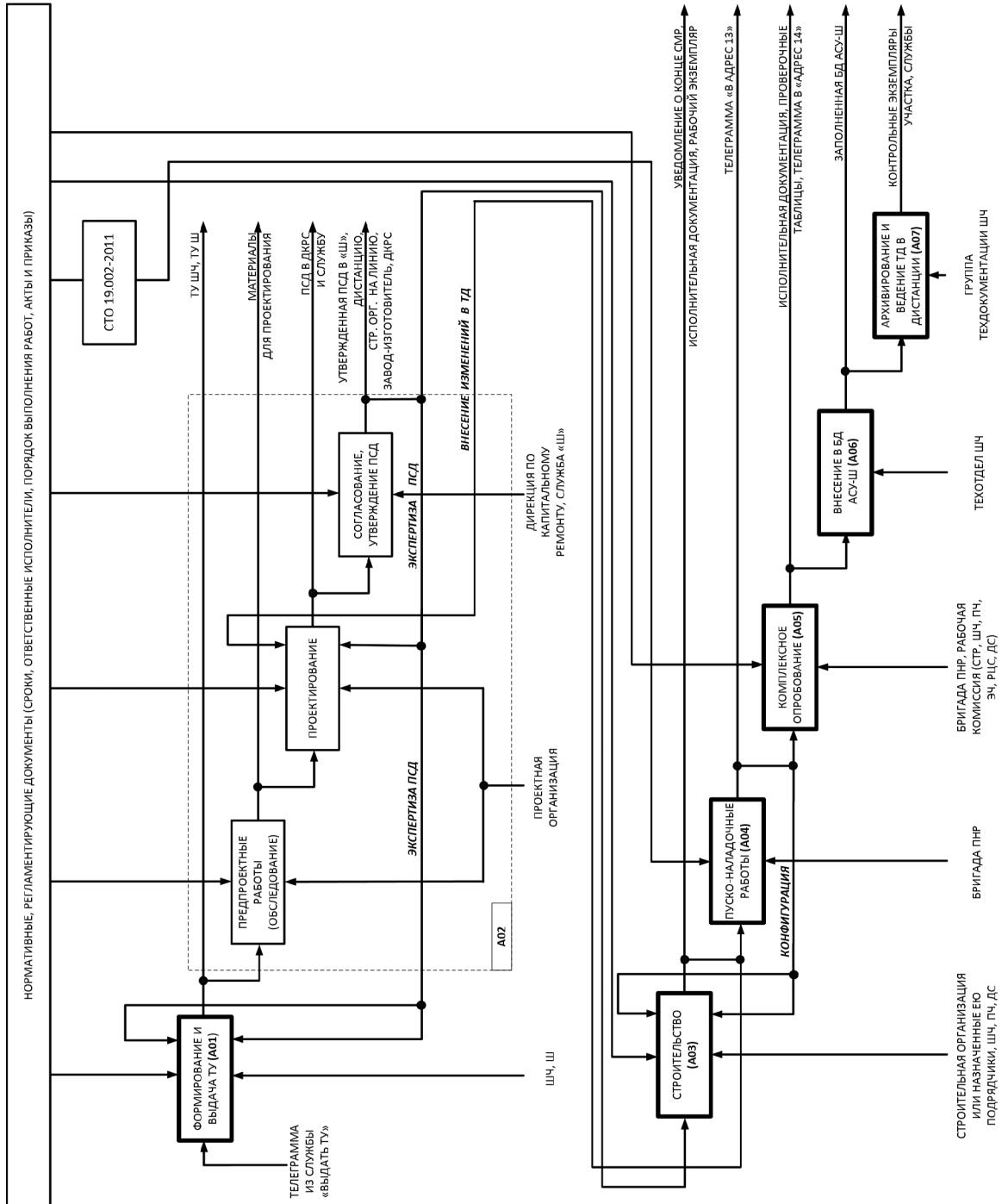


Рис. 4. Реализация IDEFO-диаграммы ДТД в дистанции СЦБ

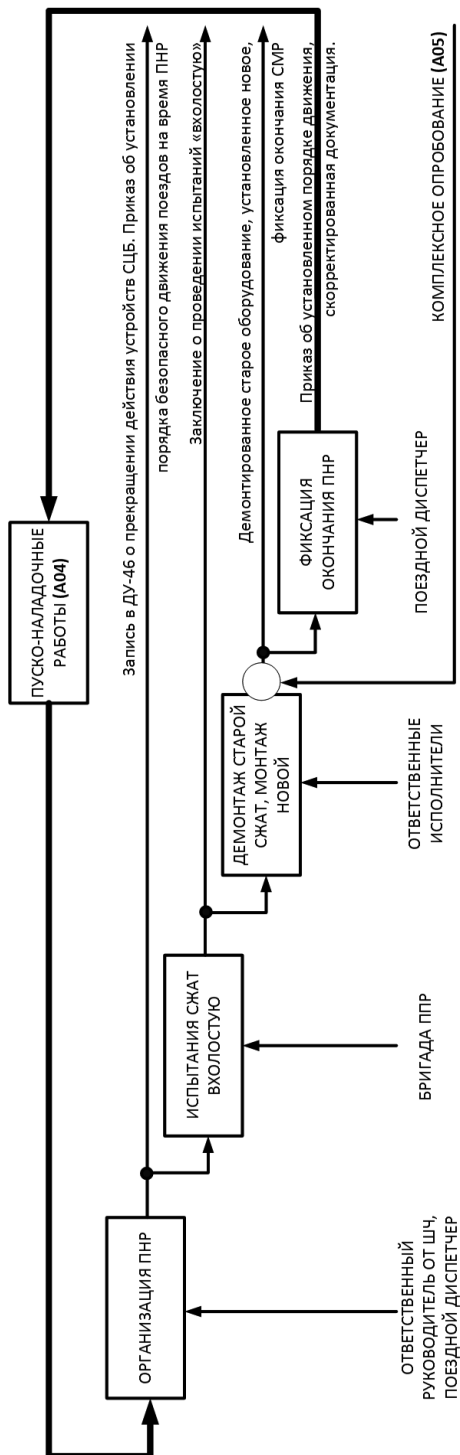


Рис. 5. Детализация блока «пуско-наладочные работы»

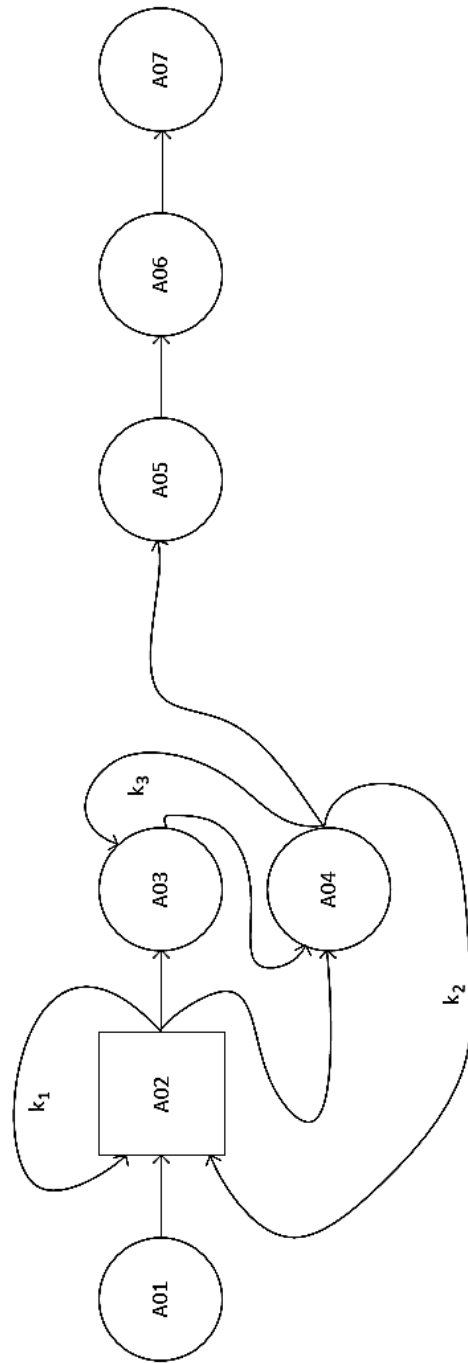


Рис. 6. Граф алгоритмов ЭДТД

как исполнителя на данном уровне они рассматриваются как один и не исследуются.

Согласно алфавиту параллельных логических схем алгоритмов (ПЛСА) [5] и дополнительным обозначениям, для учета качества ТД составляется ПЛСА процессов ДТД в дистанции.

Зададим некоторые логические условные переходы, согласно которым определяется, соответствует ли качество ТД нормам или его необходимо повышать.

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_2 = \begin{cases} 1 - \text{проектирование,} \\ \text{внутренняя проверка завершены} \\ 0 - \text{в противном случае;} \end{cases} \\ \alpha_3 = \begin{cases} 1 - \text{замечаний при ПНР для ПрО} \\ \text{нет} \\ 0 - \text{в противном случае;} \end{cases} \\ \alpha_4 = \begin{cases} 1 - \text{замечаний при ПНР для СтО} \\ \text{нет} \\ 0 - \text{в противном случае.} \end{cases} \end{array} \right.$$

$$A_{\text{дтд}} = V_1 \downarrow_2 V_2 K_{02} \Pi_{02} \alpha_2 \uparrow^2 \downarrow_3 V_3 \tau_{03} V_4 \Pi_{04} \tau_{04} K_{04} \alpha_4 \uparrow^2 \alpha_3 \uparrow^3 V_5 V_6 V_7, \quad (2)$$

где V_1 – V_7 соответствуют операциям из таблицы (А01–А07); K_{02} , K_{04} – операции, обеспечивающие качество документации; Π_{02} , Π_{04} – операции, повышающие качество документации; α_{02} , α_{03} , α_{04} – логические условные переходы.

Полученная ПЛСА является основой для имитационной модели, которая позволит проанализировать эффективность ДТД дистанции, выявить слабые места и предложить наиболее рациональные решения по оптимизации процессов ДТД.

Заключение

Дальнейшей задачей исследования ДТД является синтез ИМ на основе полученных

ПЛСА, однако возникает задача автоматизации перехода от функциональных схем процессов к ИМ, минуя создание ПЛСА вручную. Для автоматизированного синтеза ИМ ЭДТД на основе полученных IDEF0-диаграмм необходимо решить следующие задачи:

- определить множество операций, логических условий, алгоритмов выполнения процессов ЭДТД;
- разработать формальные процедуры перехода от IDEF0-диаграмм к ПЛСА, т.е. к дискретному представлению процессов системы ЭДТД как сложных систем массового обслуживания;
- определить вероятностно-временные свойства операций и логических условий, выполняемых участниками ЭДТД в соответствии с ПЛСА;
- разработать программные средства автоматизированного выполнения первых трех пунктов данного списка.

Библиографический список

1. Булавский П. Е. Автоматизация синтеза электронного документооборота систем железнодорожной автоматики на основе международных стандартов / П. Е. Булавский, Д. С. Марков // Изв. ПГУПС. – 2013 – Вып. 4. – С. 17–24.
2. Булавский П. Е. Иерархическая многоматричная формализация имитационной модели электронного документооборота технической документации / П. Е. Булавский, Д. С. Марков // Актуальные вопросы развития систем ж. д. автоматики и телемеханики : сб. науч. трудов ПГУПС. – СПб., 2013. – С. 52–59.
3. Булавский П. Е. Концептуальная модель электронного документооборота технической документации / П. Е. Булавский // Транспорт РФ. – 2011. – № 1. – С. 60–63.
4. Булавский П. Е. Синтез формализованной схемы электронного документооборота систем железнодорожной автоматики и телемеханики / П. Е. Булавский, Д. С. Марков // Изв. ПГУПС. – 2013. – Вып. 2. – С. 108–115.

5. Лазарев В. Г. Синтез управляющих автоматов / В. Г. Лазарев, Е. И. Пийль. – М. : Энергия, 1984. – 408 с.

6. Марков Д. С. Матричный метод формализации имитационных моделей сложных систем массового обслуживания / Д. С. Марков, П. Е. Бу-

лавский // Изв. ПГУПС. – 2010. – Вып. 4. – С. 186–195.

7. Р 50.1.028–2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. – М. : Госстандарт России.

УДК 656.2

И. М. Кокурин

Институт проблем транспорта им. Н. С. Соломенко РАН

А. Б. Васильев

Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ РЕШЕНИЙ ПОЕЗДНОГО ДИСПЕТЧЕРА ПО ВЫБОРУ СТАНЦИЙ СКРЕЩЕНИЯ

Организация движения поездов при отклонениях от нормативного графика и от диспетчерского расписания – одна из основных задач поездных диспетчеров, решение которой существенно осложняется на однопутных участках. При этом результаты эксплуатационной работы железнодорожных участков зависят от правильности принятия и реализации диспетчерских решений. В статье предлагается метод формализованного алгоритмического описания процессов принятия решений поездным диспетчером по определению станций скрещения с целью развития информационной поддержки и автоматизации функций управления движением поездов.

Поездной диспетчер, управление движением поездов, выбор станций скрещения, алгоритмическое описание решений, информационная поддержка, автоматизация диспетчерского управления.

Современные системы железнодорожной автоматики и телемеханики совместно с информационными технологиями открывают широкие возможности повышения показателей процессов перевозок. Однако разработки в этой области не всегда дают ожидаемый эффект из-за недостаточного исследования условий и процессов принятия диспетчерами решений по организации движения поездов, поскольку необходимо изучить влияние множества факторов, особенно сложно взаимодействующих на однопутных линиях.

В работах [3–5] заложены основы алгоритмического описания содержания труда железнодорожного оперативно-диспетчерского персонала, на этой основе разработаны методы определения границ зон управления и оценки технико-технологической и экономической эффективности информационного обеспечения и автоматизации функций управления процессами перевозок.

Для алгоритмического описания процессов принятия решений поездным диспетчером необходимо разработать математиче-