

УДК 007.52

Декомпозиция процессов управления данными в CMDB

А. К. Канаев, Э. В. Логин, К. А. Пудовкина

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Российская Федерация, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

Для цитирования: Канаев А. К., Логин Э. В., Пудовкина К. А. Декомпозиция процессов управления данными в CMDB // Известия Петербургского университета путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2023. — Т. 20. — Вып. 1. — С. 151–160. DOI: 10.20295/1815-588X-2023-1-151-160

Аннотация

Цель: Разработка декомпозиции и классификации данных для управления конфигурациями телекоммуникационных сетей и формирование множества процессов управления такими данными с применением специальной базы данных, на основании чего сформирование требований для проектирования подсистемы базы данных с учетом согласованности данных об объекте управления и возможностей системы управления этим объектом. Систематизация данных конфигурации, атрибутов конфигурационных элементов, а также их логическая согласованность с процессами контроля и управления состоянием в подсистемах перспективной системы управления. **Методы:** Основы теории управления сложными процессами, теория систем хранения и представления информации, методы объектно-ориентированного проектирования, метод декомпозиции для представления логики процессов и анализа данных об объекте управления, а также теоретико-множественный подход для описания множества данных. **Результаты:** Получена декомпозиция задач, реализуемых компонентами специальной базы данных управления конфигурацией телекоммуникационной сети, сформированы наборы данных о конфигурационных элементах. Представлены требования к подсистеме перспективной системы управления, реализующей функционал специальной базы данных для управления конфигурационными элементами телекоммуникационной сети. Предложены направления дальнейшего исследования в направлении разработки алгоритмов и моделей процессов управления конфигурацией телекоммуникационной сетью с помощью специальной базы данных. **Практическая значимость:** Полученная декомпозиция и классификация данных для управления конфигурациями телекоммуникационных сетей отличается уникальным подходом и ориентированностью на требуемую для перспективного проектирования логическую структуру подсистем систем управления телекоммуникационной сетью, а также позволяет сформулировать требования для моделирования процессов управления конфигурационными элементами телекоммуникационной сети.

Ключевые слова: Телекоммуникационная сеть, система управления, объектно-ориентированная база данных, база знаний, CMDB, конфигурация сети связи, управления конфигурацией сети связи, конфигурационные элементы.

Введение

В современном мире информационных технологий управление конфигурациями (Configuration Management) становится все более важным аспектом для успешной работы телекоммуникационных сетей. CMDB (Configuration Management Database)

является центральным элементом системы управления конфигурациями, который позволяет хранить, управлять и отслеживать информацию о компьютерном оборудовании, программном обеспечении, сетевых устройствах, приложениях и других элементах информационной инфраструктуры.

Эффективность управления в телекоммуникационных сетях в большей степени зависит от оперативного получения, обработки, хранения и анализа предоставленных данных о конфигурации, состояния средств и сетей связи [1]. Данная задача как раз и решается в рамках специальной базы данных управления конфигурацией (Configuration Management Database, CMDB) — база данных, которая хранит информацию о конфигурационных элементах (Configuration Items, CI) и их отношениях в информационной инфраструктуре сетей связи. CI — это строительные блоки ИТ-инфраструктуры, и они могут быть аппаратными средствами, программным обеспечением, сетями или сервисами. CMDB записывает атрибуты каждого CI, такие как его местоположение, версия и статус. В нем также записываются взаимосвязи между CI — зависимости между программным и аппаратным обеспечением или взаимосвязи между различными службами. Одним из главных преимуществ использования CMDB является возможность контролировать и управлять изменениями, а также своевременно реагировать на инциденты. Главное назначение CMDB — хранение конфигурационных элементов и связей между ними, которые совместно определяют конфигурацию в определенное время или в определенном состоянии [2].

Функции, задачи и процессы конфигурационных элементов

Для эффективного управления конфигурациями необходимо создать такую CMDB, которая будет содержать информацию о всех компонентах ИТ-инфраструктуры, их зависимостях и связях между ними. Важно также определить процессы и правила, которые будут использоваться для управления изменениями в ИТ-инфраструктуре.

Внедрение CMDB для управления конфигурациями телекоммуникационных сетей имеет ряд преимуществ. К ним относятся:

1. Улучшенное управление: CMDB предоставляет централизованное хранилище информации, что облегчает эффективное управление данными.

2. Улучшенное управление: CMDB помогает предоставлять более качественные услуги, используя всесторонний анализ элементов конфигурации и их взаимосвязи. Это позволяет быстро выявлять проблемы и эффективно их устранять.

3. Сокращение времени бездействия: CMDB помогает сократить время бездействия, предоставляя точную и актуальную информацию о состоянии телекоммуникационной сети. Это позволяет выявлять потенциальные риски и принимать упреждающие меры по их снижению.

Конфигурационные элементы (Configuration Items, CI) являются ключевым звеном в управлении конфигурациями. Конфигурационные элементы могут быть материальными объектами, такими как компьютеры, маршрутизаторы и другие устройства, а также системными или прикладными программными продуктами и компонентами, базами данных, файлами, потоками данных, нормативными (техническими) документами, логическими или виртуальными объектами, например серверными кластерами или группами устройств [3]. Конфигурация в данном контексте относится к функциональным и физическим характеристикам телекоммуникационного ресурса, которые устанавливают требования к проектированию, верификации и эксплуатации этих ресурсов. Каждый конфигурационный элемент представляет собой отдельный экземпляр объекта, который является частью среды и обладает изменяемыми атрибутами.

Понятие «конфигурационные элементы» — ключевое звено CMDB. Конфигурационный элемент — это отдельный экземпляр объекта, являющийся частью среды и обладающий изменяемыми атрибутами. Данные экземпляры могут быть физическими, логическими или процессными. Физические конфигурационные экзем-

плеты объектов относятся к параметрическому множеству состояний устройств транспортной сети связи. Логические представляют собой установленные копии программного обеспечения или сетевых настроек. Процессные конфигурационные элементы связаны с событиями изменений, соглашениями об уровне обслуживания (SLA), библиотекой эталонного программного обеспечения (DSL) и другими видами информации [4].

Конфигурационные элементы представляют собой неотъемлемую часть IT-инфраструктуры, так как содержат информацию о состоянии компонентов, программном обеспечении и данных, которые используются для поддержания и оптимизации работы системы. В управлении конфигурациями конфигурационные элементы используются для контроля за изменениями, управления версиями, планирования изменений и мониторинга событий в инфраструктуре.

Для декомпозиции процессов управления данными в CMDB необходимо определить параметры конфигурации, которые являются существенной характеристикой телекоммуникационного

ресурса, а также адаптация, которая является процессом направленного изменения значения параметров конфигурации для достижения поставленной цели в управлении конфигурацией. Тщательный выбор модели данных с целью соответствия потребностям конфигурации позволяет повысить качество таких процессов, как управление инцидентами и изменениями.

На рис. 1 изображена структура CMDB с переходом от процессов к объектам для выполнения соответствующих задач, представленных в табл. 1. На данной структурной схеме тактический уровень определяет количество и мощность оборудования на узлах связи, оперативный — осуществляет настройку параметров телекоммуникационных ресурсов для обслуживания пользователей с высоким качеством и адаптацией данных параметров под характеристики сети. Функции, задачи и процессы элементов конфигурации включают в себя идентификацию самих элементов, исходные условия: является ли элемент физическим объектом (оборудование сетей, линий, средств и сооружений связи) или же логи-

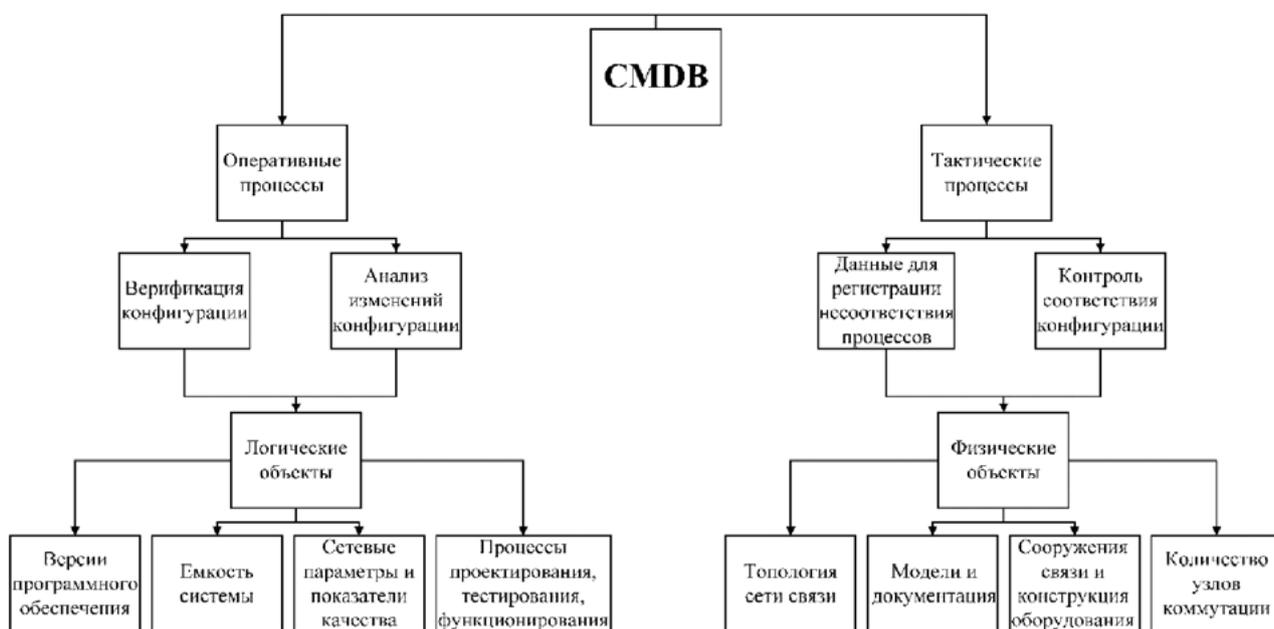


Рис. 1. CMDB как системный репозиторий данных для управления конфигурацией

ческим (программное обеспечение, которое применяется в TrC), контроль, учет состояния и составление отчетов по состоянию элементов.

Согласно ITIL, CMDB должно выполнять:

- хранение информации о конфигурационных элементах (CI);
- ведение документации и предоставление точной информации о конфигурациях для поддержки других процессов;
- управление инцидентами;
- управление изменениями;
- ведение истории о стабильной основе для управления возникающими инцидентами, проблемами и изменениями;
- управление рисками;
- решение проблем расхождений данных о конфигурационных элементах [5].

Для наглядности функций, задач и процессов, выполняемых с помощью конфигурационных элементов, была составлена табл. 1.

Примерная архитектура описанной конфигурационной базы данных представлена на рис. 2. Она полностью отражает функционал описываемой перспективной подсистемы CMDB (табл. 1). А каждый элемент архитектуры можно аналогично представить методом декомпозиции на процессы, атрибуты и наборы поступающих данных из различных источников. Также CMDB позволяет получить не только централизованный доступ ко всем видам информации, характеризующей конфигурационные экземпляры элементов, но и доступ к функциям управления.

Система управления данными о конфигурации должна обеспечивать высокое «качество обслуживания» (QoS) для пользователей, предоставляя необходимые услуги в виде аналоговых или цифровых сигналов. Это достигается путем минимизации ошибок и искажений сигналов при передаче и приеме данных. QoS — это механизм управления качеством телекоммуникационных ресурсов, кото-



Рис. 2. Архитектура конфигурационной базы данных (CMDB)

ТАБЛИЦА 1

Функции	Задачи	Процессы	Набор данных о конфигурационных элементах		
			Физ	Лог	
Классификация телекоммуникационных ресурсов	Формирование множества классификаций для запросов. Наращивание структуры телекоммуникационных ресурсов	Составление структуры соответствия запроса выбранной классификации. Распределение ресурсов	Характеристики линейных и сетевых устройств	Множество объектов для процесса выполнения соответствия структуре	Ресурсы информационной модели
Идентификация телекоммуникационных ресурсов	Выполнение соответствия ресурсов установленной структуре	Определение соответствия структуре. Формирование запросов, соответствующих классификации. Алгоритм соответствия ресурсов информационной модели	Спецификации и диаграммы	Идентификация требований к продукту. Идентификация изменений в данных	Правила идентификации и нумерации
Сбор, хранение и представление данных	Повышение эффективности и скорости обработки. Модернизация телекоммуникационного ресурса	Осуществление контроля за расширением или уменьшением состава и конфигурации сетей, средств и устройств связи	Состав, конструкция, размещение и взаимосвязи идентифицируемых сетей. Оборудование и аппаратура		
Контроль соответствия конфигурации	Определение способов изменения конфигурации. Формирование конфигурации с лучшим качеством предоставляемых услуг	Изменение конфигурации – состав сети и ее элементы, версия и состав программного обеспечения. Адаптация конфигурации	Емкость сети связи, количество узлов коммутации, количество портов, мощность передатчика, топология сети. Спецификации, модели, документация	Виды и параметры маршрутизации, версии программного обеспечения, емкость системы. Критерии утверждения изменений	Настройка и адаптация параметров телекоммуникационных ресурсов для обслуживания с требуемым качеством. Организация контроля изменений
Верификация конфигурации	Добиться соответствия установленным требованиям по качеству сервиса QoS. Взаимодействие между элементами объекта. Предоставление информации, используемой системой	Установление действующих значений параметров. Установление значений параметров, характеризующих качество обслуживания. Сравнение с ранними значениями конфигурации и выявление расхождений. Наращивание, модернизация, распределение сетевых ресурсов путем соответствующего управления сетью. Обеспечение доступности сети	Временные задержки. Потери. Непрерывность сеансов связи. Аналоговые/цифровые сигналы. Требования пользователей к объему. Скорость передачи. Сетевые параметры и показатели, отражающие качество Сеть телекоммуникаций	Показатели качества услуги. Семантическая модель — максимальное/минимально допустимый уровень, рабочий уровень, вспомогательные параметры (ограничения значений) QoS. Управление доступом к объекту. Выделение ресурсов	Регулирование работы объекта. Опрос, предупреждение, фильтрация. Синхронизация (временное соответствие и связность). Проектирование услуги. Тестирование услуги. Функционирование услуги

Окончание табл. 1

Функции	Задачи	Процессы	Набор данных о конфигурационных элементах		
			Физ	Лог	Процесс
Синтез (формирование) конфигурации	Исследование параметров телекоммуникационных ресурсов на предмет обеспечения требуемого качества услуг и соответствия техническим возможностям организации связи	Анализ конфигурации. Определение необходимости способов и методов изменения текущей конфигурации для достижения цели управления конфигурацией	Комбинаторные оптимизационные модели — надежность, производительность, мониторинг. Частичное/полное перепроектирование для улучшения качества		
Реко конфигурация сети и сетевых ресурсов	Изменение сети с целью улучшения процессов функционирования и соответствия действующей конфигурации	Подключение дополнительных узлов для изменения трафика в сети. Изменение типа трафика (вне-сетевые изменения в архитектуру сети)	Узлы сети. Каналы связи. Сетевое программное обеспечение		
Ведение истории и анализ влияний изменений конфигурации идентифицируемых элементов, используемых для анализа и предсказания состояний	Возможность внедрения различных вариантов модификаций элементов конфигурации на основе интеллектуальных методов анализа данных	Анализ дефектов. Регистрация несоответствия процессов. Модификация сетевых элементов	Емкость сети связи, количество узлов коммутации, количество портов, мощность передатчика, состав, конструкция, размещение и взаимосвязи идентифицируемых сетей. Оборудование и аппаратура.	Виды и параметры маршрутизации, версии программного обеспечения	Ведение истории состояний утвержденных изменений. Ведение истории верификации конфигурации. Ведение истории состояний телекоммуникационных ресурсов
Интеграция с оперативными и тактическими процессами	Повышение качества обмена информацией и обслуживания. Поддержка двусторонних и иерархических связей между элементами конфигурации; возможность расширения модели данных	Настройка и адаптация параметров ресурсов для обслуживания с требуемым качеством. Определение количества и мощности оборудования	Оборудование Параметры ресурсов		
Средства поиска по значениям атрибутов элементов конфигурации	Хранение основных атрибутов. Увеличение скорости поиска. Открытый доступ к данным. Синхронизация конфигураций	Интеграция (хранение данных в центральном репозитории) атрибутов. Интеграция данных, относящихся к конфигурационным элементам	Атрибуты системы		

рый обеспечивает определенный уровень обслуживания для пользователей и приложений. QoS используется в телекоммуникационных сетях для управления пропускной способностью, задержкой, джиттером и потерей пакетов, чтобы обеспечить соответствующий уровень качества услуг для конечных пользователей [6]. В связи с этим первоочередной задачей становится обеспечение и поддержание необходимого качества параметра QoS, что осуществляется модернизацией и распределением сетевых ресурсов с помощью соответствующего управления конфигурацией сети [7].

Для обеспечения качества обслуживания существует несколько механизмов, включая приоритизацию трафика, ограничение пропускной способности, управление очередями и маркировку пакетов. В телекоммуникационной инфраструктуре QoS может быть реализован как на уровне сетевых устройств, так и на уровне приложений. На уровне сетевых устройств QoS может быть реализован с помощью маршрутизаторов, коммутаторов и других устройств. Кроме того, требуется соответствующее оборудование и программное обеспечение, а также управление конфигурацией сети для обеспечения качества.

С учетом постоянного изменения потребностей конечных пользователей сети система должна гарантировать определенный уровень QoS или обеспечивать негарантированное использование услуг с возможностью повышения уровня QoS. Это определяется в соглашении об уровне предоставляемых услуг (SLA), учитывая потребности и требования пользователей и сетевых служб системы связи [8]. Особенности качества обслуживания необходимо рассматривать как с позиции сети телекоммуникаций, так и с позиций процессного использования продуктов сети [9].

На основе полученной структуры и таблицы с набором характеристик можно выделить стратегический, тактический и оперативный уровни контроля и управления конфигурацией [10]. Каж-

дый уровень играет важную роль в обеспечении эффективной работы сети связи и поддержании ее в актуальном состоянии.

Стратегический уровень контроля и управления конфигурацией определяет необходимость модернизации телекоммуникационного ресурса, а также определение общей стратегии управления конфигурацией, включая определение стандартов и процессов управления, а также выделение ресурсов для их реализации. Также определяются цели и задачи, направленные на обеспечение эффективной работы сети связи, и планируются долгосрочные мероприятия, такие как обновление оборудования и внедрение новых технологий.

Тактический уровень определяет количество и мощность оборудования на узлах связи, а также включает в себя планирование и координацию действий на более короткий период времени. На этом уровне определяются конкретные мероприятия и процессы, направленные на контроль и управление конфигурацией, а также выделяются ресурсы для их реализации. Кроме того, на этом уровне определяются сроки и бюджеты, необходимые для реализации задач по управлению конфигурацией.

Оперативный уровень осуществляет настройку параметров телекоммуникационных ресурсов для обслуживания пользователей с требуемым качеством, а также для достижения всех целей потребителя проводится ежедневный контроль состояния сети. На этом уровне происходит мониторинг и анализ состояния сети, выявление и устранение неполадок, а также внесение изменений в конфигурацию сети в соответствии с задачами и целями, определенными на более высоких уровнях управления [11].

Для эффективного управления конфигурацией сети связи необходимо обеспечить согласованность и совместимость процессов на всех уровнях. На каждом уровне должны быть определены соответствующие процессы и инструменты управления, а также выделены ресурсы для их реализации. Должны быть разработаны стан-

дарты управления конфигурацией, которые будут обеспечивать единый подход к управлению конфигурацией на всех уровнях.

Существует множество инструментов и технологий, которые могут быть использованы для управления конфигурацией сети связи на всех уровнях управления.

Заключение

Управление конфигурацией телекоммуникационной сети включает не только сбор и предоставление данных о настройках ее отдельных устройств, но и функционал локальной базы данных, а также методы анализа данных и процессы, на основе которых производится непосредственно управление и удаленная настройка сетевых устройств. На каждом этапе фигурирует множество разнородных типов данных (от логических до фактически данных о техническом состоянии, например). В работе предложена классификация указанных наборов данных и декомпозиция функций и задач CMDB для управления телекоммуникационной сетью, что позволит формировать требования на этапе проектирования подсистем системы управления к характеристикам компонентов перспективной CMDB и соответствие этих требований характеристикам существующей системы управления. На основании полученного результата возможно сформировать алгоритм управления данными CMDB с последующим моделированием соответствующих процессов.

Библиографический список

1. Гребешков А. Ю. Функциональные задачи контроля и управления конфигурацией в современных телекоммуникациях / А. Ю. Гребешков // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. — 2011. — Т. 5. — № 7. — С. 49–51.
2. Гребешков А. Ю. Управление и технический учет ресурсов в телекоммуникациях / А. Ю. Гребешков. — М.: ИРИАС, 2008. — 326 с.
3. Леинванд А. Конфигурирование маршрутизаторов Cisco / А. Леинванд, Б. Пински; пер. с англ. и редакция

А. А. Голубченко. — 2-е изд., перераб и доп. — М.: Вильямс, 2001. — 298 с.

4. Канаев А. К. Информационная модель учета и управления данными о конфигурации сети в интересах системы управления сети связи специального назначения / А. К. Канаев, А. Н. Копыгин // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании: Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сборник научных статей в 2 томах. — 2015. — Т. 2. — С. 1280–1285.

5. Информационные системы и стратегии. — URL: <https://infsys.ru/resursy/solution/cmdb-solution1.html>.

6. Гавриленко Т. В. Представление знаний о динамической предметной области методами теоретико-множественного анализа: дисс. ... канд. техн. наук / Т. В. Гавриленко, Ф. Ф. Иванов. — 2004. — 174 с.

7. Логин Э. В. Анализ и классификация существующих систем управления телекоммуникационными сетями / Э. В. Логин // Труды 69-ой Международной научно-технической конференции, посвященной Дню радио. — СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014. — С. 229–230.

8. Корнеев В. В. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации / В. В. Корнеев, А. Ф. Гареев, С. В. Васютин и др. — М.: Нолидж, 2000. — 352 с.

9. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения: Пер. с англ. / Г. Буч. — М.: Конкорд, 1992. — 519 с.

10. Гавриленко Т. В. Формализованная объектно-ориентированная модель знаний предметной области / Т. В. Гавриленко, Ф. Ф. Иванов // Системный анализ и обработка информации в интеллектуальных системах: сб. науч. тр. каф. ИВТ. № 2 / Под общ. ред. Ф. Ф. Иванова; Сургут, гос. ун-т. — Сургут: Изд-во СурГУ, 2003. — С. 79–83.

11. Вениаминов Е. М. Алгебраические методы теории баз данных и баз знаний / Е. М. Вениаминов. — М.: Научный мир, 2003. — 184 с.

Дата поступления: 28.02.2023

Решение о публикации: 01.03.2023

Контактная информация:

КАНАЕВ Андрей Константинович — д-р техн. наук, проф. кафедры «Электрическая связь»; kanaev@pgups.ru
 ЛОГИН Элина Валерьевна — канд. техн. наук, доц. кафедры «Электрическая связь»; elinabeneta@yandex.ru
 ПУДОВКИНА Ксения — студент группы АС-908, кафедра «Электрическая связь»; serde4ko01@bk.ru

Decomposition of Data Management Processes in Configuration Management DataBase (CMDB)

A. K. Kanaev, E. V. Login, K. A. Pudovkina

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation

For citation: Kanaev A. K., Login E. V., Pudovkina K. A. Decomposition of Data Management Processes in Configuration Management DataBase (CMDB) // *Proceedings of Petersburg Transport University*, 2023, vol. 20, iss. 1, pp. 151–160. (In Russian). DOI: 10.20295/1815-588X-2023-1-151-160

Summary

Purpose: Data decomposition and classification development for the management of telecommunication network configurations and for the formation of such data management process set with the use of special database which basis on, the formation of requirements for database subsystem projection given the consistency of data about a control object and the system capabilities for this object management. Systematization of configuration data, of configuration element attributes as well as their logical consistency with the processes of the control and management of a state in promising management system subsystems. **Methods:** Fundamentals of complex process management theory, information storage and presentation system theory, object-oriented projection methods, decomposition method for representing process logic and data analysis about control object as well as theoretic-set approach for describing data set. **Results:** Decomposition of the tasks has been obtained which are realized by the components of telecommunication network configuration management special database; data sets about configuration elements have been formed. The requirements for promising control system subsystem that embodies the functionality of special database for telecommunications network configuration element management have been presented. Trends for further research in the direction to develop algorithms and models of telecommunication network configuration management with the help of special database have been proposed. **Practical significance:** The obtained decomposition and classification of data for telecommunication network configuration management is characterized by unique approach and dedication to telecommunication network management system subsystem logical structure, required for promising projection, as well as allows to formulate requirements for modeling the processes of telecommunication network configuration element management.

Keywords: Telecommunication network, management system, object-oriented database, knowledge base, CMDB, communication network configuration, communication network configuration management, configuration elements.

References

1. Grebeshkov A. Yu. Funktsional'nye zadachi kontrolya i upravleniya konfiguratsiyey v sovremennykh telekommunikatsiyakh [Functional tasks of control and configuration management in modern telecommunications]. *T-Comm: Telekommunikatsii i transport* [T-Comm: Telecommunications and transport]. 2011, vol. 5, Iss. 7, pp. 49–51. (In Russian)
2. Grebeshkov A. Yu. *Upravlenie i tekhnicheskii uchet resursov v telekommunikatsiyakh* [Management and technical

accounting of resources in telecommunications]. Moscow: IRIAS Publ., 2008, 326 p. (In Russian)

3. Leinvand A., Pinski B. *Konfigurirovanie mashrutizatorov Cisco; per. s angl. i redaktsiya A. A. Golubchenko. 2-e izd., pererab i dop.* [Configuring Cisco routers; per. from English. and edited by A. A. Golubchenko. 2nd ed., revised and supplementary]. Moscow: Vil'yams Publ., 2001, 298 p. (In Russian)
4. Kanaev A. K., Kopytin A. N. *Informatsionnaya model' ucheta i upravleniya dannymi o konfiguratsii seti v interesakh*

sistemy upravleniya seti svyazi spetsial'nogo naznacheniya. Aktual'nye problemy infotelekkommunikatsiy v nauke i obrazovanii: Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya i nauchno-metodicheskaya konferentsiya: sbornik nauchnykh statey v 2 tomakh [Information model of accounting and data management about the configuration of the network in the interests of the control system of a special-purpose communication network. Actual problems of infotelecommunications in science and education: International scientific and technical and scientific and methodological conference: a collection of scientific articles in 2 volumes]. 2015, vol. 2, pp. 1280–1285. (In Russian)

5. *Informatsionnye sistemy i strategii* [Information systems and strategies]. Available at: <https://infsys.ru/resursy/solution/cmdb-solution1.html>. (In Russian)

6. Gavrilenko T. V., Ivanov F. F. *Predstavlenie znaniy o dinamicheskoy predmetnoy oblasti metodami teoretiko-mnozhestvennogo analiza: dIss. ... kand. tekhn. nauk* [Representation of knowledge about a dynamic subject area by methods of set-theoretic analysis: dIss. ... cand. tech. Sciences]. 2004, 174 p. (In Russian)

7. Login E. V. *Analiz i klassifikatsiya sushchestvuyushchikh sistem upravleniya telekommunikatsionnymi setyami. Trudy 69-oy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyashchennoy Dnyu radio* [Analysis and classification of existing control systems for telecommunication networks. Proceedings of the 69th International Scientific and Technical Conference dedicated to Radio Day]. St. Petersburg: SPbGETU "LETI" Publ., 2014, pp. 229–230. (In Russian)

8. Korneev V. V., Gareev A. F., Vasyutin S. V. et al. *Bazy dannykh. Intellektual'naya obrabotka informatsii* [Databases. Intelligent information processing]. Moscow: Nolidzh Publ., 2000, 352 p. (In Russian)

9. Buch G. *Ob'ektno-orientirovannoe proektirovanie s primerami primeneniya: Per. s angl.* [Object-oriented design with examples of application: Per. from English]. Moscow: Konkord Publ., 1992, 519 p. (In Russian)

10. Gavrilenko T. V., Ivanov F. F. *Formalizovannaya ob'ektno-orientirovannaya model' znaniy predmetnoy oblasti. Sistemnyy analiz i obrabotka informatsii v intellektual'nykh sistemakh: sb. nauch. tr. kaf. IVT. № 2. Pod obshch. red. F. F. Ivanova; Surgut, gos. un-t* [Formalized object-oriented model of domain knowledge. System analysis and information processing in intelligent systems: collection of articles. scientific tr. cafe IWT. № 2. Under the general ed. F. F. Ivanova; Surgut, Mrs. un-t]. Surgut: SurGU Publ., 2003, pp. 79–83. (In Russian)

11. Veniaminov E. M. *Algebraicheskie metody teorii baz dannykh i baz znaniy* [Algebraic methods of the theory of databases and knowledge bases]. Moscow: Nauchnyy mir Publ., 2003, 184 p. (In Russian)

Received: February 28, 2023

Accepted: March 01, 2023

Author's information:

Andrey K. KANAEV — Dr. Sci. in Engineering, Professor, "Electrical Communication" Department; kanaev@pgups.ru

Elina V. LOGIN — PhD in Engineering, Associate Professor, "Electrical Communication" Department; elinabeneta@yandex.ru

Ksenia A. PUDOVKINA — Student, AS-908 study group, "Electrical Communication" Department; serde4ko01@bk.ru