

Рекомендация

МСЭ-Т Y.3082 (03/2023)

СЕРИЯ Y: Глобальная информационная инфраструктура, аспекты протокола Интернет, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города

Будущие сети

**Совместное использование сетей
подвижной связи на основе технологии
распределенного реестра для сетей
после IMT-2020: требования и структура**



РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ Y

Глобальная информационная инфраструктура, аспекты протокола Интернет, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА	Y.100-Y.999
Общие положения	Y.100-Y.199
Услуги, приложения и промежуточные программные средства	Y.200-Y.299
Сетевые аспекты	Y.300-Y.399
Интерфейсы и протоколы	Y.400-Y.499
Нумерация, адресация и присваивание имен	Y.500-Y.599
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.600-Y.699
Безопасность	Y.700-Y.799
Рабочие характеристики	Y.800-Y.899
АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ	Y.1000-Y.1999
Общие положения	Y.1000-Y.1099
Услуги и приложения	Y.1100-Y.1199
Архитектура, доступ, возможности сетей и административное управление ресурсами	Y.1200-Y.1299
Транспортирование	Y.1300-Y.1399
Взаимодействие	Y.1400-Y.1499
Качество обслуживания и сетевые показатели качества	Y.1500-Y.1599
Сигнализация	Y.1600-Y.1699
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.1700-Y.1799
Начисление платы	Y.1800-Y.1899
IPTV по NGN	Y.1900-Y.1999
СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ	Y.2000-Y.2999
Структура и функциональные модели архитектуры	Y.2000-Y.2099
Качество обслуживания и рабочие характеристики	Y.2100-Y.2199
Аспекты обслуживания: возможности услуг и архитектура услуг	Y.2200-Y.2249
Аспекты обслуживания: взаимодействие услуг и СПП	Y.2250-Y.2299
Нумерация, присваивание имен и адресация	Y.2300-Y.2399
Управление сетью	Y.2400-Y.2499
Архитектура и протоколы сетевого управления	Y.2500-Y.2599
Пакетные сети	Y.2600-Y.2699
Безопасность	Y.2700-Y.2799
Обобщенная мобильность	Y.2800-Y.2899
Открытая среда операторского класса	Y.2900-Y.2999
БУДУЩИЕ СЕТИ	Y.3000-Y.3499
ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ	Y.3500-Y.3599
БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ	Y.3600-Y.3799
СЕТИ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ	Y.3800-Y.3999
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И УМНЫЕ ГОРОДА И СООБЩЕСТВА	Y.4000-Y.4999
Общие положения	Y.4000-Y.4049
Определения и терминология	Y.4050-Y.4099
Требования и сценарии использования	Y.4100-Y.4249
Инфраструктура, возможность установления соединений и сети	Y.4250-Y.4399
Структуры, архитектуры и протоколы	Y.4400-Y.4549
Услуги, приложения, вычисления и обработка данных	Y.4550-Y.4699
Управление, контроль и рабочие характеристики	Y.4700-Y.4799
Идентификация и безопасность	Y.4800-Y.4899
Анализ и оценка	Y.4900-Y.4999

Для получения более подробной информации просьба обращаться к Перечню Рекомендаций МСЭ-Т.

Рекомендация МСЭ-Т У.3082

Совместное использование сетей подвижной связи на основе технологии распределенного реестра для сетей после ИМТ-2020: требования и структура

Резюме

В Рекомендации МСЭ-Т У.3082 определяются требования и структура для технологии распределенного реестра, которая применяется при совместном использовании сетей подвижной связи, для сетей после ИМТ-2020. Установлены подробные требования к совместному использованию сетей подвижной связи на основе технологии распределенного реестра. Представлены структура высокого уровня, процедуры выполнения услуг и соображения безопасности. В Дополнении приведены подробные сценарии использования.

Хронологическая справка *

Издание	Рекомендация	Утверждение	Исследовательская комиссия	Уникальный идентификатор
1.0	МСЭ-Т У.3082	24.03.2023 г.	13-я	11.1002/1000/15246

Ключевые слова

Технология распределенного реестра, структура, совместное использование сетей подвижной связи, требования.

* Для получения доступа к Рекомендации наберите в адресном поле вашего браузера URL <https://handle.itu.int/> после которого укажите уникальный идентификатор Рекомендации.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним в целях стандартизации электросвязи на всемирной основе.

На Всемирной ассамблее по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяются темы для изучения исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соблюдение положений данной Рекомендации осуществляется на добровольной основе. Однако данная Рекомендация может содержать некоторые обязательные положения (например, для обеспечения функциональной совместимости или возможности применения), и в таком случае соблюдение Рекомендации достигается при выполнении всех указанных положений. Для выражения требований используются слова "следует", "должен" (shall) или некоторые другие обязывающие выражения, такие как "обязан" (must), а также их отрицательные формы. Употребление таких слов не означает, что от какой-либо стороны требуется соблюдение положений данной Рекомендации.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на вероятность того, что практическое применение или выполнение настоящей Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, действительности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности независимо от того, доказываются ли такие права членами МСЭ или другими сторонами, не относящимися к процессу разработки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для выполнения настоящей Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что вышесказанное может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ по адресу <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2023

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Сфера применения	1
2 Справочные документы	1
3 Определения	1
3.1 Термины, определенные в других документах	1
3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации	2
4 Сокращения и акронимы	2
5 Соглашения.....	3
6 Введение.....	3
7 Требования к MNS на базе DLT	4
7.1 Общие требования высокого уровня к MNS-DLT	4
7.2 Требования к возможностям MNS-DLT	6
8 Структура высокого уровня MNS на основе DLT	7
8.1 Обзор.....	7
8.2 Структура и свойства DLT.....	7
8.3 Уровень разрешения MNS-DLT	8
8.4 Прикладной уровень MNS-DLT	8
8.5 Уровень управления MNS-DLT.....	9
9 Процедуры выполнения услуг MNS на основе DLT	9
9.1 Обзор процедур выполнения услуг.....	9
9.2 Активация услуги	10
9.3 Деактивация услуги	10
9.4 Приостановка услуги.....	10
9.5 Возобновление услуги.....	11
10 Соображения безопасности.....	11
Дополнение I – Сценарии использования MNS на основе DLT	12
I.1 Получение статистики использования физических ресурсов	12
I.2 Отчеты о неисправностях	12
I.3 Получение информации об использовании ресурсов транспортного уровня...	13
Библиография	15

Рекомендация МСЭ-Т Y.3082

Совместное использование сетей подвижной связи на основе технологии распределенного реестра для сетей после IMT-2020: требования и структура

1 Сфера применения

В настоящей Рекомендации определяются требования и структура для надежного совместного использования сетей подвижной связи, включая совместное использование площадок и сети радиодоступа (RAN), которое поддерживается технологией распределенного реестра, для сетей после IMT-2020.

Сферу охвата настоящей Рекомендации составляют:

- требования к совместному использованию сетей подвижной связи на основе технологии распределенного реестра;
- структура высокого уровня совместного использования сетей подвижной связи на основе технологии распределенного реестра;
- процедуры выполнения услуг при совместном использовании сетей подвижной связи на основе технологии распределенного реестра;
- соображения безопасности совместного использования сетей подвижной связи на основе технологии распределенного реестра;
- сценарии применения совместного использования сетей подвижной связи на основе технологии распределенного реестра.

2 Справочные документы

Указанные ниже Рекомендации МСЭ-Т и другие справочные документы содержат положения, которые путем ссылок на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие справочные документы могут подвергаться пересмотру; поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается изучить возможность применения последнего издания Рекомендаций и других справочных документов, перечисленных ниже. Перечень действующих на настоящий момент Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ, приведенный в настоящей Рекомендации, не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

- [ITU-T X.1402] Рекомендация МСЭ-Т X.1402 (2020 г.), *Структура безопасности технологии распределенного реестра.*
- [ITU-T Y.2342] Рекомендация МСЭ-Т Y.2342 (2019 г.), *Сценарии и требования к возможностям блокчейна при развитии сетей последующих поколений.*
- [ITU-T Y.4464] Рекомендация МСЭ-Т Y.4464 (2020 г.), *Структура блокчейна вещей как децентрализованной платформы услуг.*

3 Определения

3.1 Термины, определенные в других документах

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в других документах.

3.1.1 блок (block) [b-ITU-T X.1400]: Отдельная единица данных блокчейна, состоящая из набора транзакций и заголовка блока.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Блок может быть неизменяемым и рассматриваться как цифровой объект, описанный в разделе 3.2.2 [b-ITU-T X.1255], однако этот термин применим к другим сетям или другим вычислительным средствам.

3.1.2 блокчейн (blockchain) [b-ITU-T X.1400]: Разновидность распределенного реестра, состоящая из записанных в цифровом формате данных, которые организованы в виде последовательно нарастающей цепочки блоков, криптографически связанных и защищенных от подделки и изменения.

3.1.3 консенсус (consensus) [b-ITU-T X.1400]: Соглашение о том, что набор транзакций является действительным.

3.1.4 механизм консенсуса (consensus mechanism) [b-ITU-T X.1400]: Правила и процедуры, с помощью которых достигается консенсус.

3.1.5 распределенный реестр (distributed ledger) [b-ITU-T X.1400]: Тип реестра, который используется совместно, копируется и синхронизируется распределенным и децентрализованным образом.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Первоначально опубликовано в [b-ITU-T TS FG DLT D1.1].

3.1.6 идентичность (identity) [ITU-T Y.2720]: Информация об объекте, которой достаточно для идентификации этого объекта в том или ином конкретном контексте.

3.1.7 ИМТ-2020 [b-ITU-T Y.3100]: Системы, компоненты систем и соответствующие технологии, которые обеспечивают гораздо более развитые возможности по сравнению с описанными в [b-ITU-R M.1645].

3.1.8 участник (participant) [b-ITU-T X.1400]: Субъект, который может получить доступ в реестр, читать записи или добавлять записи.

3.1.9 услуга (service) [b-ITU-T Y.2091]: Набор функций и средств, предоставляемых поставщиком пользователю.

3.1.10 умный контракт (smart contract) [b-ITU-T F.751.0]: Программа, созданная на основе системы распределенного реестра, которая кодирует правила для конкретных типов транзакций системы распределенного реестра таким образом, чтобы эти транзакции можно было проверить и осуществить после выполнения определенных условий.

3.1.11 транзакция (transaction) [b-ITU-T L.1317]: Весь процесс обмена информацией между узлами. Транзакция однозначно идентифицируется идентификатором транзакции.

3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации

Отсутствуют.

4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения и акронимы.

AMF	Access and Mobility management Function	Функция управления доступом и мобильностью
BS	Base Station	Базовая станция
CAPEX	Capital Expenditure	Капитальные затраты
DLT	Distributed Ledger Technology	Технология распределенного реестра
EMS	Element Management System	Система управления элементами
ИМТ-2000	International Mobile Telecommunications-2000	Международная подвижная электросвязь 2000
MNS	Mobile Network Sharing	Совместное использование сетей подвижной связи
MOCN	Multi-Operator Core Network	Базовая сеть с несколькими операторами
NMS	Network Management System	Система управления сетью
OPEX	Operating Expense	Операционные расходы

OAM	Operation Administration and Maintenance	Эксплуатация, управление и техническое обслуживание
P2P	Peer to Peer	Одноранговый
RAN	Radio Access Network	Сеть радиодоступа

5 Соглашения

В настоящей Рекомендации:

ключевое слово "требуется" означает требование, которому необходимо неукоснительно следовать и отклонение от которого не допускается, если будет сделано заявление о соответствии настоящей Рекомендации;

ключевое слово "рекомендуется" означает требование, которое рекомендуется, но не является абсолютно необходимым; таким образом, для заявления о соответствии настоящему документу это требование не является обязательным;

ключевые слова "может факультативно" означают необязательное требование, которое допустимо, но не имеет рекомендательного значения. Данный термин не подразумевает, что вариант реализации поставщика должен обеспечивать выполнение этой функции и что функция может быть активирована по желанию оператора сети или поставщика услуг дополнительно. Это означает лишь, что поставщик может факультативно предоставить эту функцию и по-прежнему заявлять о соответствии спецификации.

6 Введение

Ожидается, что сети после IMT-2020 сделают возможной глобальную эволюцию электросвязи и обеспечат резкий рост пропускной способности и производительности систем, а также значительное уменьшение системных задержек. Для удовлетворения жестких требований приложений будет использоваться спектр более высоких частот. Следовательно, для покрытия той же зоны IMT-2000 должно быть развернуто большее количество базовых станций (BS), что ведет к высокой стоимости развертывания инфраструктуры для операторов. Совместное использование сетей операторами является наиболее реальным способом сокращения капитальных затрат (CAPEX) и операционных расходов (OPEX).

Совместное использование сетей может быть реализовано несколькими способами, например путем совместного использования инфраструктуры площадки и использования режима базовой сети с несколькими операторами (MOCN). Совместное использование инфраструктуры площадки является наиболее распространенной формой совместного использования сетей, когда несколько операторов совместно используют местоположения площадок, аппаратные, башни и т. д., и каждый оператор самостоятельно осуществляет управление своей сетью и ее техническое обслуживание. Режим MOCN означает, что сеть радиодоступа (RAN) может быть подключена к базовым сетям с несколькими операторами и может быть построена несколькими операторами совместно или один из операторов может построить RAN самостоятельно, при этом другие операторы арендуют данную RAN оператора.

Побудительная причина совместного использования сетей подвижной связи (MNS) заключается в обеспечении расширенных возможностей в соответствии с новыми требованиями со стороны механизма совместного использования. Для MNS это хорошая возможность направить развитие к распределенной и доверенной сети, в которой все операторы совместного использования сети пользуются равными правами для [ITU-T Y.2342]. Ожидается, что MNS обеспечит улучшение в следующих трех аспектах:

- 1) процесс эксплуатации и технического обслуживания MNS,
- 2) совместное использование данных операторами MNS,
- 3) управление эксплуатацией и техническим обслуживанием MNS.

Технология распределенного реестра (DLT) считается перспективной технологией для решения этих проблем безопасным, эффективным и децентрализованным способом. DLT обеспечивает распределенное хранение данных в цепочке блоков с неизменяемыми характеристиками, поэтому

упрощается доступ к данным нескольких операторов для разных целей. Кроме того, в DLT для автоматической работы с хранимыми данными используются умные контракты, которые содержат правила и соглашения между операторами, а результаты операций проверяются и согласовываются всеми узлами. Следовательно, возможно развернуть DLT в MNS.

Для удовлетворения конкретных требований, вытекающих из сценариев MNS, таких как надежность, защита конфиденциальности и контроль, необходимо рассматривать следующие три аспекта MNS на основе DLT.

- **Процесс эксплуатации и технического обслуживания**

В сценариях совместного использования RAN оператор хостинга в основном отвечает за производительность сети и взаимодействие с пользователем. Следовательно, надежная и отслеживаемая информация об измерении сети, отчетах об авариях, локализации неисправности и установке приоритетов пользователя должна быть достоверной (защищенной от несанкционированного доступа и отслеживаемой), чтобы избежать изменения искусственным образом. Преимущества DLT позволяют решить проблему информационной асимметрии и обеспечить надежный механизм записи и доверия для всего процесса эксплуатации и технического обслуживания.

- **Совместное использование данных**

Оператор хостинга несет ответственность за организацию и техническое обслуживание совместного использования сети RAN и предоставляет участвующим операторам полномочия для запроса данных об эксплуатации и техническом обслуживании. В процессе совместного использования сети необходимо передавать множество данных, включая параметры BS (такие как широта, долгота, высота и направление ориентации антенны), а также результаты измерений и проверок. Существует также множество данных для совместного использования во время работы сети, включая данные о производительности, данные о ресурсах, статистику услуг, данные записей отслеживания и т. д. беспроводной сети. Поэтому необходимо проанализировать способ обеспечения нейтральности, достоверности, своевременности и точности передачи данных и их совместного использования. DLT может быть одним из потенциальных решений для организации подхода к совместному использованию данных. Подход к совместному использованию данных, основанный на DLT, обеспечит децентрализованный, безопасный и многосторонний рынок данных, где осуществляется агрегирование, совместное использование, обмен и монетизация данных распределенным и надежным образом.

- **Управление эксплуатацией и техническим обслуживанием**

Требуется, чтобы оператор хостинга раскрывал возможности управления сетью, необходимые для отправки запросов в целях получения данных об аварийных сигналах, производительности, конфигурации и трассировке на уровне пользователя. Участвующие операторы могут читать эти данные, однако отсутствует эффективный способ отследить в случае споров состояние данных в момент возникновения проблемы. Основанный на умных контрактах и консенсусе процесс расширяет возможности управления эксплуатацией и техническим обслуживанием MNS, с тем чтобы добиться надежности, сделав систему защищенной от несанкционированного доступа и отслеживаемой во избежание преднамеренного изменения данных.

7 Требования к MNS на базе DLT

7.1 Общие требования высокого уровня к MNS-DLT

Общие требования высокого уровня к MNS-DLT определяются в соответствии с потребностями реализации, эксплуатации и технического обслуживания базовых услуг MNS.

7.1.1 Управление ролями и полномочиями

В таблице 7-1 представлены требования, относящиеся к управлению ролями и полномочиями.

Таблица 7-1 – Требования высокого уровня – управление ролями и полномочиями

REQ-MNS-DLT-RAM	Требуется, чтобы MNS-DLT поддерживало управление ролями и полномочиями
Описание	В сценариях MNS необходимо определять роли и полномочия различных участников. Управление ролями связано с назначением участникам ролей субъекта. Например, оператор хостинга, участвующий оператор и другие участники. Управление полномочиями определяет применимые привилегии для каждой роли. Требование управления ролями и полномочиями также охватывает пересмотр и обновление ролей, когда необходимы изменения на основе переговоров между участниками

7.1.2 Защищенные от несанкционированного доступа и отслеживаемые записи

В таблице 7-2 представлены требования, относящиеся к защищенным от несанкционированного доступа и отслеживаемым записям.

Таблица 7-2 – Требования высокого уровня – защищенные от несанкционированного доступа и отслеживаемые записи

REQ-MNS-DLT-TTR	Требуется, чтобы MNS-DLT поддерживало защищенные от несанкционированного доступа и отслеживаемые записи для получения информации о сети надежным образом
Описание	В сценариях MNS необходимо, чтобы MNS-DLT не допускало возникновения споров между участниками, обеспечивая защищенные от несанкционированного доступа и отслеживаемые записи, например результаты измерения сети, отчет об аварии, локализация неисправности и установки приоритетов пользователя. Записанная информация о сети не может быть изменена искусственным образом. Кроме того, вся записанная информация может быть отслежена до ее источника и времени генерации

7.1.3 Безопасное совместное использование данных

В таблице 7-3 представлены требования, относящиеся к совместному использованию и безопасности данных.

Таблица 7-3 – Требования высокого уровня – безопасное совместное использование данных

REQ-MNS-DLT-DSS	Требуется, чтобы MNS-DLT поддерживало механизм безопасного совместного использования данных
Описание	В процессе MNS необходимо передавать данные о сети (технические параметры, данные о производительности, данные о ресурсах, статистику услуг и т. д.), обмениваться ими и выполнять их агрегирование. Механизм безопасного совместного использования данных должен защищать данные от потери, уничтожения или раскрытия распределенным и надежным образом, например используя разделение на основе консенсуса и шифрование данных

7.1.4 Аудит действий

В таблице 7-4 представлены требования, относящиеся к механизму аудита действий.

Таблица 7-4 – Требования высокого уровня – аудит действий

REQ-MNS-DLT-AA	Требуется, чтобы MNS-DLT обеспечивало механизм аудита действий, чтобы гарантировать соответствие операций каждого участника контракту на MNS, утвержденному другими участниками
Описание	В сценариях MNS сетевые параметры должны быть корректно настроены с помощью механизма аудита действий, для того чтобы не допускать возникновения различий в производительности сети между операторами и влияния на работу пользователей в сети. Механизм аудита отвечает за гарантию того, что процедура действий является надежной и прозрачной и основывается на алгоритме консенсуса и умном контракте

7.2 Требования к возможностям MNS-DLT

7.2.1 Возможности интерфейса

- Требуется, чтобы система управления элементами (EMS) и совместно используемые BS поддерживали интерфейсы сбора данных MNS.
- Требуется поддерживать интерфейсы между EMS/совместно используемой BS и платформами DLT.
- Требуется поддерживать возможность адаптации интерфейса, которая обеспечивает как синхронный, так и асинхронный режимы.

7.2.2 Возможность распределенного реестра

- Требуется поддерживать децентрализованную и вызывающую доверие структуру системы, для того чтобы устранить фундаментальные уязвимости централизованной системы.
- Требуется поддерживать механизм распределенного консенсуса для достижения консенсуса между узлами MNS.
- Требуется поддерживать возможность умных контрактов для автоматического выполнения соглашений между участниками, что укрепляет функции прикладного уровня MNS.

7.2.3 Возможность обнаружения и сигнализации

- Требуется поддерживать обнаружение аномалий, связанных MNS.
- Требуется поддерживать сигнализацию в связи с несанкционированным доступом к ретроспективным данным и поддерживать автоматическую коррекцию несанкционированного доступа.
- Рекомендуется хранить информацию об аномалиях MNS на узлах MNS-DLT.

7.2.4 Возможность сбора и хранения данных

- Требуется собирать совместно используемые данные сети подвижной связи во время работы и технического обслуживания сети от совместно используемых BS/EMS, включая данные о производительности, данные о ресурсах, статистику услуг, данные записей отслеживания, технические параметры и данные записей отслеживания.
- Требуется хранить разнородные данные MNS из нескольких источников. Хранилище принимает структуру цепочки блоков. Кроме того, хранилище записей поддерживает различные среды хранения, такие как база данных, файловая система и облачные носители.

7.2.5 Возможность обработки и резервного копирования данных

- Требуется поддерживать шифрование данных для защиты конфиденциальности участников.
- Требуется поддерживать резервное копирование данных для восстановления потерянных данных некоторых узлов.

8 Структура высокого уровня MNS на основе DLT

8.1 Обзор

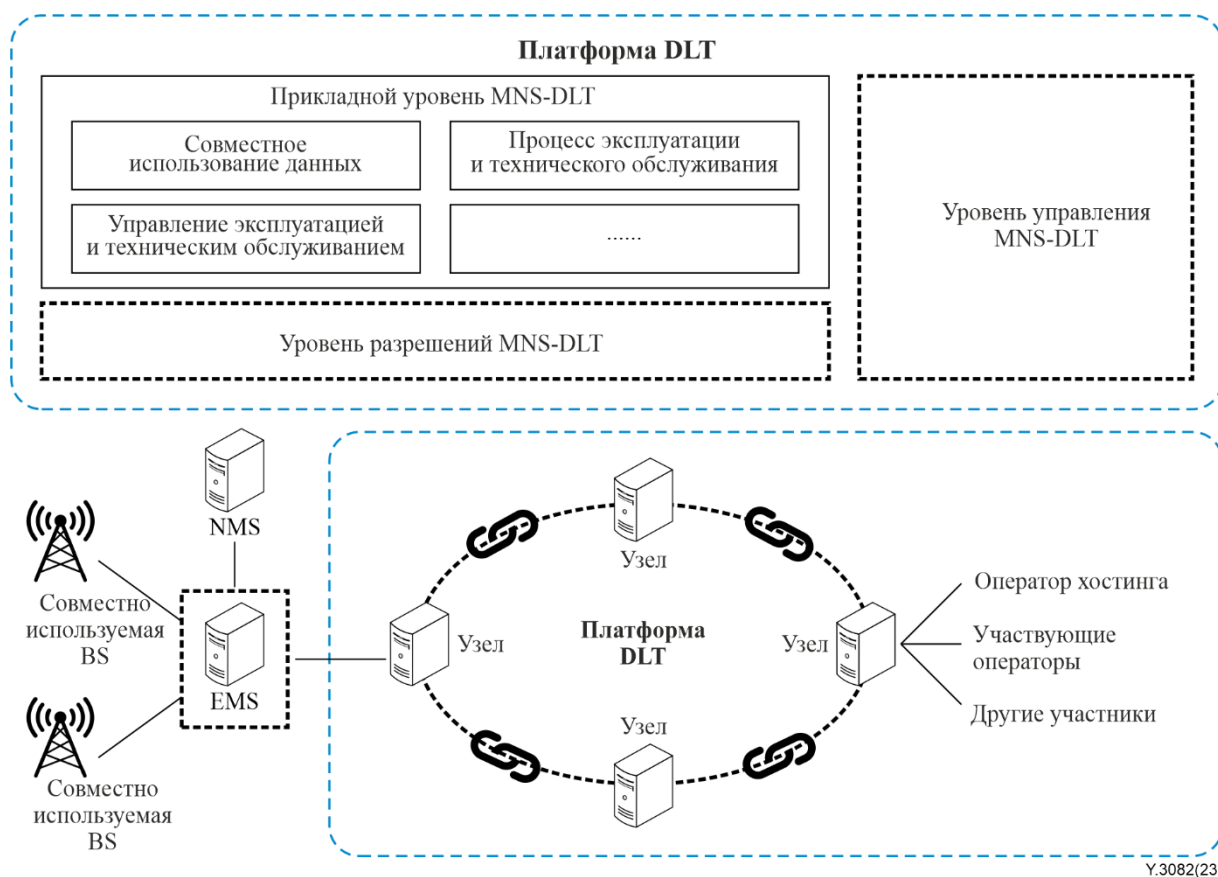


Рисунок 8-1 – Структура MNS на основе DLT

На рисунке 8-1 показана структура MNS на основе DLT. Как EMS, так и совместно используемые BS оператора хостинга могут загружать требующуюся информацию (например, информацию о загрузке соты, задержке пакетов при передаче по радиointерфейсу и задержке при передаче по транзитной линии) на платформу DLT через соответствующие интерфейсы. Данные, в отношении которых предъявляются требования малой задержки, такие как использование ресурсов в режиме реального времени, должны загружаться через совместно используемую BS для быстрой обработки. Данные, в отношении которых не предъявляются требования к задержке, или данные, которые должны быть далее обработаны EMS, например отчеты об ошибках, предпочтительно загружать с помощью EMS. Платформа DLT используется для обеспечения достоверности и прозрачности, а также для предотвращения споров между операторами. Участвующие операторы и участники, не являющиеся операторами, могут иметь доступ к платформе DLT для получения достоверных данных в соответствии с политикой и нормативными требованиями операторов. Как показано на рисунке 8-1, платформа DLT, которая является основой MNS [ITU-T Y.4464], имеет три функциональных уровня, а именно: уровень разрешения MNS-DLT, прикладной уровень MNS-DLT и уровень управления MNS-DLT.

8.2 Структура и свойства DLT

Структура DLT показана на рисунке 8-2. Она обеспечивает распределенное хранение данных в цепочке блоков. Каждый блок состоит из заголовка блока и тела блока. Заголовок блока включает хеш-значение предыдущего блока, корень дерева Меркла, отметку времени и значение одноразового числа (nonce). В теле блока хранятся записи транзакций. Каждый блок хешируется и связывается с другими блоками, поэтому содержимое каждого блока неизменно. Еще одним ключевым свойством DLT является механизм консенсуса. Когда к цепочке блоков добавляется новый блок, все узлы DLT, управляемые участниками, должны достичь консенсуса, а это означает, что все участники имеют равные права во избежание проблем с безопасностью и для поддержания высокого уровня

неизменности. Кроме того, в DLT используются умные контракты для автоматической работы с хранимыми данными на основе predetermined правил и соглашений, которые не могут быть изменены какой-либо третьей стороной. Это обеспечивает высокую устойчивость к внешним атакам. DLT позволяет обеспечить безопасное, не допускающее изменений и децентрализованное хранилище данных с малой задержкой. Также возможно развернуть DLT, для того чтобы обеспечить нейтральную платформу для операторов в MNS.

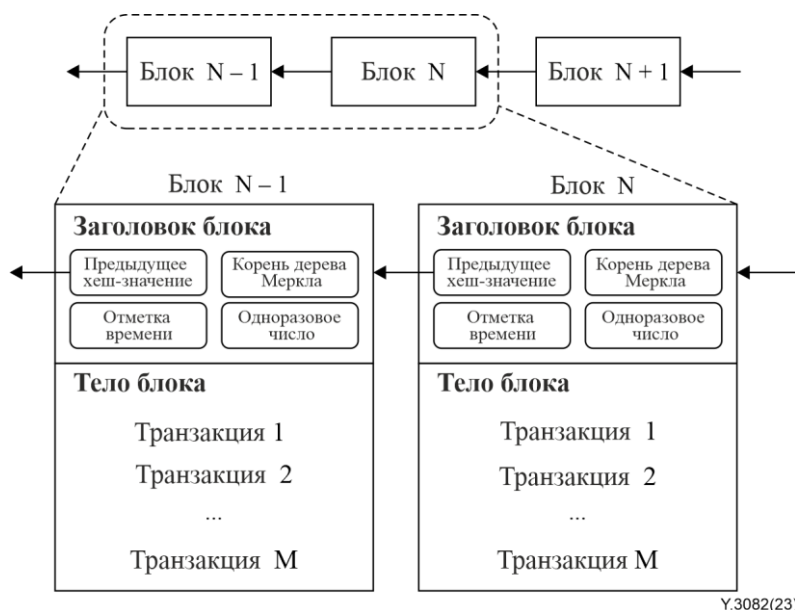


Рисунок 8-2 – Структура DLT

8.3 Уровень разрешения MNS-DLT

Уровень разрешения MNS-DLT является наиболее важной частью структуры MNS на основе DLT, поскольку он обеспечивает основные функции DLT, в том числе подключение узлов, децентрализованный сбор данных, механизмы консенсуса, умные контракты и надежное хранилище данных. Возможность подключения узлов обеспечивает соединение и связь сетевых узлов. Каждый участник MNS на основе DLT является узлом одноранговой (P2P) сети и может участвовать в таких действиях, как сетевая маршрутизация, проверка информации DLT, широковещательная передача информации DLT и обнаружение новых узлов. В этой распределенной P2P-сети каждый участвующий узел может устанавливать связь с другим узлом для получения требуемой информации. Открытость, децентрализация и надежность сети P2P гарантируются механизмами консенсуса и умными контрактами DLT. Этот уровень также обеспечивает интерфейс между собранными данными и различными прикладными услугами MNS, для того чтобы данные можно было дополнительно обрабатывать с помощью механизмов консенсуса и умных контрактов для обеспечения надежного хранения данных для услуг. Для достижения консенсуса с помощью механизмов консенсуса выполняется синхронизация и проверка данных между узлами. Конфиденциальность собранных данных может быть обеспечена ключами и алгоритмами шифрования/дешифрования.

8.4 Прикладной уровень MNS-DLT

Прикладной уровень MNS-DLT обеспечивает поддержку определенных децентрализованных приложений MNS на основе обслуживания, предоставляемого уровнем разрешения MNS-DLT. Ниже описаны типовые приложения MNS.

1. Приложение для обмена данными. В MNS существуют многочисленные данные, которыми необходимо обмениваться, например данные о ресурсах, данные индекса производительности и данные записей отслеживания. На основе достоверных данных, предоставленных уровнем разрешения MNS-DLT, возможно реализовать приложение для обмена данными.
2. Приложение для процесса эксплуатации и технического обслуживания. В MNS оператор хостинга отвечает за техническое обслуживание и оптимизацию услуги совместного использования и руководит устранением неисправностей. Участвующие операторы несут

ответственность за сотрудничество при устранении неисправностей и тестировании. На основе умных контрактов и отслеживаемых данных, предоставляемых уровнем разрешения MNS-DLT, возможно реализовать приложение для процесса эксплуатации и технического обслуживания с высоким уровнем эффективности и прозрачности.

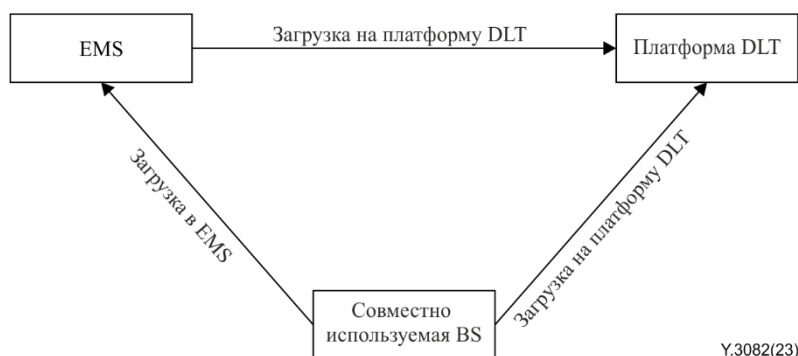
3. Приложение для управления эксплуатацией и техническим обслуживанием. В MNS оператор хостинга отвечает за предоставление услуг запросов и экспорта, а участвующим операторам разрешен доступ к требующимся данным. На основе умных контрактов и отслеживаемых данных, предоставляемых уровнем разрешения MNS-DLT, возможно реализовать надежное приложение для управления эксплуатацией и техническим обслуживанием без вмешательства вручную.

8.5 Уровень управления MNS-DLT

Уровень управления MNS-DLT содержит возможности управления для функционирования MNS-DLT и приложений, установленных в MNS-DLT, обеспечивая абонентам услуг MNS-DLT интерфейс для мониторинга состояния функций. Этот уровень может предоставлять функции управления, такие как управление определением идентичности, управление авторизацией, управление доступом, управление конфигурацией и управление ресурсами. С помощью этих функций абоненты услуг могут просматривать всю сохраненную информацию для MNS и искать требующиеся записи. Абоненты услуг также могут просматривать состояние узла каждого участника и предоставлять информацию о конфигурации, такую как выбор механизма консенсуса, конфигурация сети и конфигурация авторизации. Каждому участнику присваивается уникальный идентификатор для отслеживания этого участника, и участник может получить доступ ко всей системе, только имея разрешение на доступ. При возникновении неисправности соответствующая информация о неисправности передается абонентам услуг. Ресурсы, такие как вычислительные ресурсы и сетевые ресурсы, также распределяются через этот уровень для удовлетворения потребностей каждого участника.

9 Процедуры выполнения услуг MNS на основе DLT

9.1 Обзор процедур выполнения услуг



У.3082(23)

Рисунок 9-1 – Схема процедур выполнения услуг

На рисунке 9-1 представлена схема процедуры выполнения услуг MNS на базе DLT. Схема включает в себя EMS, совместно используемую BS и элементы DLT. Благодаря информационному взаимодействию между EMS, платформой DLT и совместно используемой BS как EMS, так и совместно используемая BS оператора хостинга могут загружать требующуюся информацию на платформу DLT в соответствии с процедурами выполнения услуг. Процедуры выполнения услуг MNS на основе DLT включают в себя активацию услуги, деактивацию услуги, приостановку услуги и возобновление услуги.

На рисунке 9-2 представлена блок-схема совместного использования услуги обработки данных сети. Сначала совместно используемая BS собирает требующуюся информацию (такую, как информация о загрузке соты, задержке пакетов при передаче по радиointерфейсу, задержке при передаче по транзитной линии и т. д.). Затем ей необходимо решить, предполагается ли загружать данные с требованиями малой задержки непосредственно на платформу DLT для быстрой обработки или же

требования к задержке отсутствуют либо требуется дальнейшая обработка данных с помощью EMS, которые поэтому будут загружены в EMS, а затем загружены на платформу DLT.

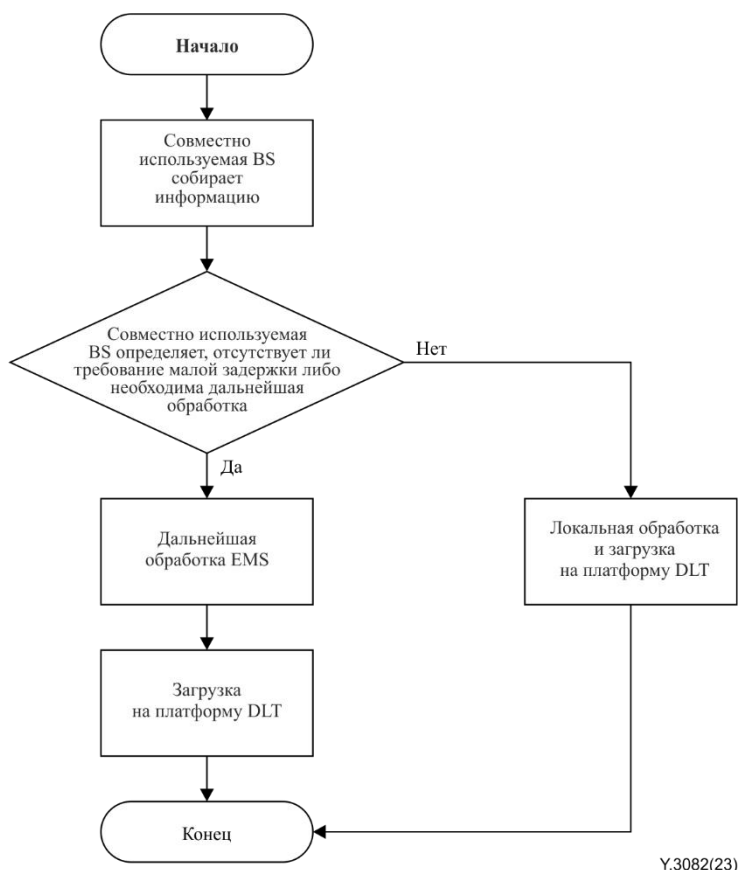


Рисунок 9-2 – Блок-схема услуги обработки данных

9.2 Активация услуги

Процедуру активации услуги DLT может настраивать функция эксплуатации, управления и технического обслуживания (OAM) и запускать функция управления доступом и мобильностью (AMF) или же настраивать и запускать OAM. Затем иницирующий узел (AMF или OAM) отправляет информацию об активации услуги на совместно используемую BS через интерфейс между BS и иницирующим узлом. Информация об активации услуги может включать в себя адрес сервера платформы DLT, содержимое загруженных данных, формат данных, тип услуги и идентификатор BS/UE. Доставка информации об активации услуги на BS может выполняться через интерфейсные сообщения. Получив информацию об активации услуги, совместно используемая BS сообщит об этом платформе DLT или платформе DLT через EMS.

9.3 Деактивация услуги

Процедуру деактивации услуги DLT может настраивать OAM и запускать AMF или настраивать и запускать OAM. Затем иницирующий узел (AMF или OAM) отправляет информацию о деактивации услуги (адрес сервера, тип услуги, идентификатор BS/UE и т. д.) на совместно используемую BS через интерфейс между BS и иницирующим узлом. Совместно используемая BS, получив указанную выше информацию о деактивации услуги, завершает услугу DLT и может сообщить об этом платформе DLT.

9.4 Приостановка услуги

В случае значительного количества запросов и недостаточного количества доступных ресурсов для EMS/BS/DLT, чтобы обработать запросы за короткий промежуток времени, возникает ситуация, которая приводит к приостановке выполнения услуги DLT.

Приостановку выполнения услуги DLT может настраивать OAM и запускать AMF или настраивать и запускать OAM. Затем иницирующий узел (AMF или OAM) отправляет информацию о приостановке

услуги (адрес сервера, тип услуги, идентификатор BS/UE и т. д.) на совместно используемую BS. Совместно используемая BS, получив указанную выше информацию о конфигурации приостановки услуги DLT, приостанавливает выполнение услуги DLT и может сообщить об этом платформе DLT.

9.5 Возобновление услуги

В состоянии приостановки, когда становится доступным достаточное количество ресурсов для удовлетворения запросов на обслуживание DLT, OAM или AMF могут инициировать процесс возобновления выполнения услуги DLT, отправив информацию о возобновлении услуги DLT (адрес сервера, тип услуги, идентификатор BS/UE и т. д.) на совместно используемую BS. Совместно используемая BS, получив указанную выше информацию о конфигурации возобновления услуги DLT, загружает собранные локальные данные измерений и/или данные измерений, поступившие с UE, на платформу DLT.

10 Соображения безопасности

В настоящей Рекомендации определяются требования и структура надежного совместного использования сетей подвижной связи, в том числе совместного использования площадок и RAN, поддерживаемого технологией распределенного реестра для сетей после IMT-2020. Следовательно, актуальны соображения безопасности для технологии распределенного реестра, определенные в [ITU-T X.1402], которые включают применение соображений безопасности в отношении безопасности данных, безопасности сети, безопасности консенсуса и безопасности приложений.

Дополнение I

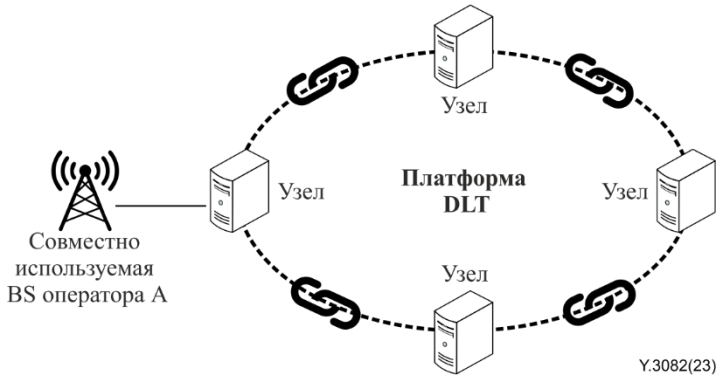
Сценарии использования MNS на основе DLT

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

I.1 Получение статистики использования физических ресурсов

В таблице I.1 описывается процесс получения статистики использования физических ресурсов.

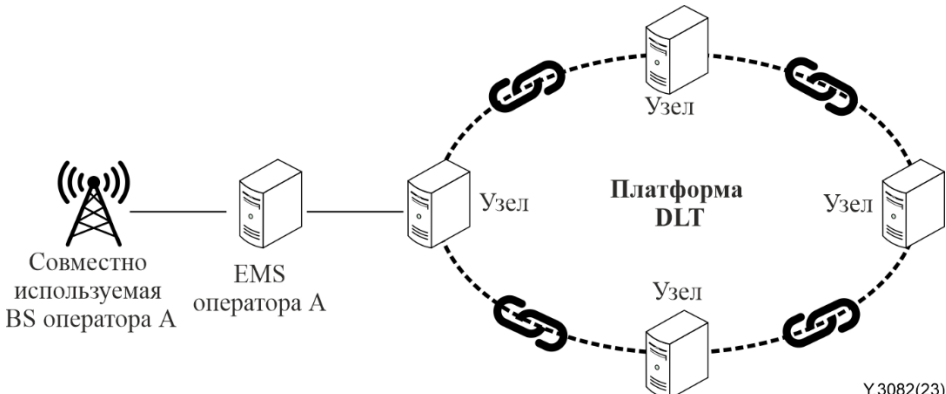
Таблица I.1 – Получение статистики использования физических ресурсов

Название	Получение статистики использования физических ресурсов
Описание	Получение статистики использования физических ресурсов необходимо операторам MNS, для того чтобы иметь информацию об использовании по каждому оператору. Для обеспечения нейтральности и достоверности статистики использования физических ресурсов используется DLT. Таким образом, участвующие операторы и участники, не являющиеся операторами, могут получать эту информацию через платформу DLT. Кроме того, оператор хостинга может с платформы DLT оптимизировать распределение физических ресурсов системы с высокой эффективностью на основе фактического использования ресурсов операторами
Предусловия (факультативно)	Совместно используемая BS оператора хостинга A подсоединена к платформе DLT
Постусловия (факультативно)	Статистика использования физических ресурсов по каждому оператору хранится на платформе DLT
Рисунок и рабочие потоки (факультативно)	 <p>BS – базовая станция DLT – технология распределенного реестра Рабочие потоки</p> <ol style="list-style-type: none">1. Совместно используемая BS, построенная оператором хостинга А, хранит статистику использования физических ресурсов на платформе DLT.2. Участвующие операторы и участники, не являющиеся операторами, могут получать эту информацию через платформу DLT.
Производные требования	Надежную статистику использования физических ресурсов должна получать BS оператора хостинга А

I.2 Отчеты о неисправностях

В таблице I.2 описывается процесс представления отчетов о неисправностях.

Таблица I.2 – Отчеты о неисправностях

Название	Отчеты о неисправностях
Описание	С помощью MNS на основе DLT возможно передавать надежные отчеты о неисправностях. Оператор хостинга несет ответственность за предоставление услуг клиентам участвующих операторов и сообщение о неисправностях от этих клиентов на платформу DLT, чтобы продемонстрировать, что они рассматриваются на равной основе с клиентами оператора хостинга. Участвующие операторы могут получать отчеты о неисправностях своих клиентов через платформу DLT
Предусловия (факультативно)	EMS оператора хостинга А подсоединена к платформе DLT
Постусловия (факультативно)	Отчеты о неисправности хранятся на платформе DLT
Рисунок и рабочие потоки (факультативно)	 <p>The diagram illustrates the process of reporting faults. On the left, a radio tower labeled 'Совместно используемая BS оператора А' (Shared BS of operator A) is connected to a server labeled 'EMS оператора А' (EMS of operator A). This server is connected to a 'Узел' (Node) on the 'Платформа DLT' (DLT Platform). The platform is represented as a central hub with four 'Узел' (Nodes) connected to it in a circular arrangement via dashed lines with chain-link symbols. The reference 'Y.3082(23)' is noted at the bottom right of the diagram.</p> <p>BS – базовая станция EMS – система управления элементами DLT – технология распределенного реестра</p> <p>Рабочие потоки</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Совместно используемая BS, построенная оператором хостинга А, сообщает о неисправностях в EMS оператора хостинга А. 2. EMS оператора хостинга А хранит отчеты о неисправностях на платформе DLT. 3. Участвующие операторы и участники, не являющиеся операторами, могут получать отчеты о неисправностях через платформу DLT.
Производные требования	<ol style="list-style-type: none"> 1. Надежные отчеты о неисправностях должна получать BS оператора хостинга А 2. EMS может представлять отчеты о неисправностях на BS

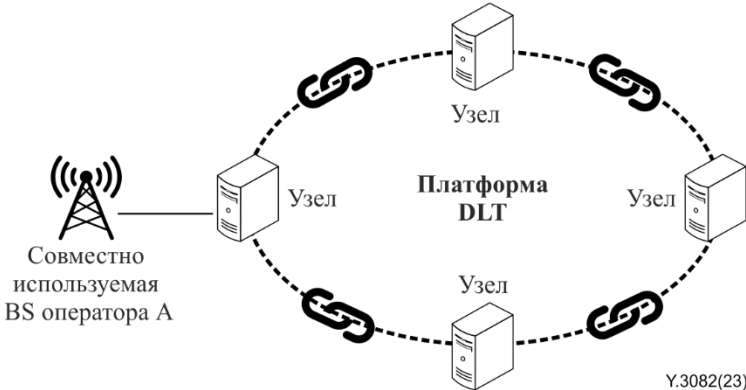
I.3 Получение информации об использовании ресурсов транспортного уровня

В таблице I.3 описывается процесс получения информации об использовании ресурсов транспортного уровня.

Таблица I.3 – Получение информации об использовании ресурсов транспортного уровня

Название	Получение информации об использовании ресурсов транспортного уровня
Описание	Участвующие операторы и участники, не являющиеся операторами, могут получать информацию об использовании ресурсов транспортного уровня по каждому оператору через платформу DLT. DLT используется для обеспечения нейтральности и достоверности информации об использовании ресурсов транспортного уровня. Кроме того, оператор хостинга может с платформы DLT оптимизировать распределение ресурсов транспортного уровня системы с высокой эффективностью на основе фактического использования ресурсов операторами
Предусловия (факультативно)	Совместно используемая BS оператора хостинга А подсоединена к платформе DLT

Таблица I.3 – Получение информации об использовании ресурсов транспортного уровня

Название	Получение информации об использовании ресурсов транспортного уровня
Постусловия (факультативно)	Информация об использовании ресурсов транспортного уровня хранится на платформе DLT
Рисунок и рабочие потоки (факультативно)	 <p>BS – базовая станция DLT – технология распределенного реестра</p> <p>Рабочие потоки</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Совместно используемая BS, построенная оператором хостинга А, хранит информацию об использовании ресурсов транспортного уровня на платформе DLT. 2. Участвующие операторы и участники, не являющиеся операторами, могут получать эту информацию через платформу DLT.
Производные требования	Надежную информацию об использовании ресурсов транспортного уровня должна получать BS оператора хостинга А

Библиография

- [b-ITU-T F.751.0] Recommendation ITU-T F.751.0 (2020), *Requirements for distributed ledger systems.*
- [b-ITU-T L.1317] Recommendation ITU-T L.1317 (2021), *Guidelines on energy efficient blockchain systems.*
- [b-ITU-T X.1255] Рекомендация МСЭ-Т X.1255 (2013 г.), *Структура обнаружения информации по управлению определением идентичности.*
- [b-ITU-T X.1400] Recommendation ITU-T X.1400 (2020), *Terms and definitions for distributed ledger technology.*
- [b-ITU-T Y.2091] Рекомендация МСЭ-Т Y.2091 (2011 г.), *Термины и определения для сетей последующих поколений.*
- [b-ITU-T Y.2720] Рекомендация МСЭ-Т Y.2720 (2009 г.), *Структура управления определением идентичности в СПП.*
- [b-ITU-T Y.3100] Recommendation ITU-T Y.3100 (2017), *Terms and definitions for IMT-2020 network.*
- [b-ITU-R M.1645] Recommendation ITU-R M.1645 (2005), *Framework and overall objectives of the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000.*
- [b-ITU-R M.2083] Рекомендация МСЭ-Р M.2083 (2015 г.), *Концепция ИМТ – Основы и общие задачи будущего развития ИМТ на период до 2020 года и далее.*
- [b-ITU-T TS FG DLT D1.1] Technical Specification ITU-T FG DLT D1.1 (2019), *Distributed ledger technology terms and definitions.*

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Принципы тарификации и учета и экономические и стратегические вопросы международной электросвязи/ИКТ
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Окружающая среда и ИКТ, изменение климата, электронные отходы, энергоэффективность; конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	Управление электросвязью, включая СУЭ и техническое обслуживание сетей
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация, а также соответствующие измерения и испытания
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты протокола Интернет, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи