|  |  |
| --- | --- |
| **Всемирная ассамблея по стандартизации электросвязи (ВАСЭ-20)Женева, 1−9 марта 2022 года** |  |
|  |  |
| ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ | Документ 16-R |
|  | Январь 2022 года |
|  | Оригинал: английский |
|  |
| 15-я Исследовательская комиссия МСЭ-Т |
| сети, технологии и инфраструктуры для транспортирования, доступа и жилищ |
| ОТЧЕТ ИК15 МСЭ-Т ВСЕМИРНОЙ АССАМБЛЕЕ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ (васэ-20): ЧАСТЬ II – ВОПРОСЫ, ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ В ходе СЛЕДУЮЩЕГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПЕРИОДА (2022−2024 гг.) |

|  |  |
| --- | --- |
| **Резюме**: | В настоящем вкладе содержится текст Вопросов 15-й Исследовательской комиссии, предлагаемых для утверждения Ассамблеей на следующий исследовательский период. |
| **Для контактов**: | Стивен Дж. Троубридж (Mr. Stephen J. Trowbridge)Компания NokiaСША | Тел.: +1 303 809 7423Эл. почта: steve.trowbridge@nokia.com |

**Примечание БСЭ**:

Отчет 15-й Исследовательской комиссии для ВАСЭ-20 представлен в следующих документах:

Часть I: **Документ 15** – Общая информация

Часть II: **Документ 16** – Вопросы, предлагаемые для исследования в ходе исследовательского периода 2022−2024 годов

# 1 Введение

В настоящем документе содержатся предлагаемые обновления Вопросов, которые были одобрены на виртуальном собрании КГСЭ, состоявшемся 11−18 января 2021 года (см. Документ TSAG [R19](https://www.itu.int/md/meetingdoc.asp?lang=en&parent=T17-TSAG-R-0019)), и которые должны быть рассмотрены на ВАСЭ-20. В Таблице 1 приведен перечень Вопросов и указана их связь с действующим комплексом Вопросов.

Таблица 1 – Соответствие предлагаемых Вопросов ИК15 (слева)
и Вопросов ИК15, одобренных в январе 2021 года (справа)

| Новый номер | Предлагаемое названиеВопроса | Статус | Действую-щий номер | Действующее название Вопроса |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1/15 | Координация стандартов транспортирования в сетях доступа и домашних сетях | Продолжен | 1/15 | Координация стандартов транспортирования в сетях доступа и домашних сетях |
| 2/15 | Оптические системы для волоконных сетей доступа | Продолжен | 2/15 | Оптические системы для волоконных сетей доступа |
| 3/15 | Технологии организации сетей внутри помещений и связанные с этим приложения доступа | Продолжен | 18/15 | Технологии организации сетей внутри помещений и связанные с этим приложения доступа |
| 4/15 | Широкополосный доступ с использованием металлических проводников | Продолжен | 4/15 | Широкополосный доступ с использованием металлических проводников |
| 5/15 | Характеристики и методы тестирования оптических волокон и кабелей, а также руководство по монтажу  | Продолжен | 5/15 | Характеристики и методы тестирования оптических волокон и кабелей, а также руководство по монтажу  |
| 6/15 | Характеристики оптических компонентов, подсистем и систем для оптических транспортных сетей | Продолжен | 6/15 | Характеристики оптических систем для наземных транспортных сетей |
| 7/15 | Возможность соединения, эксплуатация и техническое обслуживания оптических физических инфраструктур | Продолжен | 16/15 | Возможность соединения, эксплуатация и техническое обслуживания оптических физических инфраструктур |
| 8/15 | Характеристики подводных волоконно-оптических кабельных систем | Продолжен | 8/15 | Характеристики подводных волоконно-оптических кабельных систем |
| 10/15 | Спецификации интерфейсов, взаимодействия, OAM, защиты и оборудования для транспортных пакетных сетей | Продолжен | 10/15 | Спецификации интерфейсов, сетевого взаимодействия, эксплуатации, управления и технического обслуживания (ОАМ) и оборудования для транспортных сетей на основе передачи пакетов |
| 11/15 | Структуры сигнала, интерфейсы, функции оборудования, защита и взаимодействие для оптических транспортных сетей | Продолжен | 11/15 | Структуры сигнала, интерфейсы, функции оборудования и взаимодействие для оптических транспортных сетей |
| 12/15 | Архитектуры транспортных сетей | Продолжен | 12/15 | Архитектуры транспортных сетей |
| 13/15 | Показатели синхронизации сетей и распределения сигналов времени | Продолжен | 13/15 | Показатели синхронизации сетей и распределения сигналов времени |
| 14/15 | Управление и контроль для транспортных систем и оборудования | Продолжен | 14/15 | Управление и контроль для транспортных систем и оборудования |

# 2 Формулировка Вопросов

Вопрос 1/15

Координация стандартов транспортирования в сетях доступа и домашних сетях

(Продолжение Вопроса 1/15)

### A.1 Обоснование

В рамках МСЭ-T транспортные технологии в сети доступа изучаются в различных исследовательских комиссиях, например в ИК9, ИК12, ИК13 и ИК15; при этом несколько Рекомендаций были опубликованы, другие Рекомендации находятся на этапе разработки, а также проводилась другая вспомогательная деятельность, как, например, семинары-практикумы. Кроме того, в этой области действуют также МСЭ-R, IEEE и другие органы, форумы и консорциумы по разработке стандартов.

Признавая, что в отсутствие строгих мер координации существует опасность дублирования работы, а также создания противоречивых и функционально несовместимых стандартов, прошедшая ВАСЭ назначила 15-ю Исследовательскую комиссию ведущей исследовательской комиссией в МСЭ-T по вопросам транспортирования в сетях доступа.

Были опубликованы Обзор стандартов транспортирования в сетях доступа (ТСД) и План работы по стандартам в области ТСД.

В Обзоре стандартов ТСД описываются различные "сценарии" транспортирования в сетях доступа, разрабатываемые и внедряемые в настоящее время, и содержится список соответствующих Рекомендаций и стандартов, которые относятся к этим сценариям и/или описывают их.

В Плане работы по стандартам в области ТСД перечислен ряд органов по разработке стандартов, действующих в области ТСД, с указанием фамилий и адресов для контактов, связи и сотрудничества. В нем перечислены также возможные "разрывы", "частичные совпадения" и конфликты, относящиеся к проводимой деятельности в области стандартизации. Оба этих документа опубликованы на веб‑сайте 15‑й Исследовательской комиссии МСЭ-T.

По мере совершенствования домашних сетей, а также усложнения их взаимодействия с сетями доступа все большее значение приобретает координация стандартов сетей доступа и стандартов домашних сетей.

При использовании процесса, аналогичного координации стандартов ТСД, были опубликованы и размещены на веб-сайте ИК15 Обзор стандартов транспортирования в домашней сети (ТДС) и План работы по этим стандартам.

Сеть доступа испытывает влияние быстрых технических изменений, беспрецедентно высоких темпов роста числа абонентов, распространения новых продуктов и решений, широкого выхода на рынок новых поставщиков услуг и производителей оборудования, которым могут быть неизвестны общие стандарты и стремления правительств внедрять передовые технологии в сети доступа. В стандартизации сети доступа будет участвовать все больше заинтересованных сторон, которые не являются отраслевыми экспертами или даже участниками отрасли. Те же соображения относятся к домашним сетям, по мере их все более широкого подключения к сети доступа и сети WAN. Сегодня как никогда ранее необходима координируемая стандартизация на этих участках сети.

### A.2 Вопрос

− Каков оптимальный порядок выполнения 15-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т своей миссии ведущей исследовательской комиссии по вопросам транспортирования в сетях доступа в рамках МСЭ-Т?

− Каким образом 15-я Исследовательская комиссия МСЭ-Т может обеспечить четкую координацию взаимодействия домашних сетей с сетями доступа?

− К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

• поддержание, ведение и обновление Обзора стандартов ТСД вместе с другими исследовательскими комиссиями и во взаимодействии с МСЭ-R и другими соответствующими организациями;

• поддержание, ведение и обновление Плана работы в области ТСД, информирование о соответствующей деятельности в области стандартов ТСД, проводимой признанными организациями по разработке стандартов (ОРС), выявление "разрывов, частичных совпадений и конфликтов" путем слежения за проводимой работой по стандартизации;

• поддержание, ведение и обновление Обзора стандартов ТДС и Плана работы по этим стандартам вместе с другими исследовательскими комиссиями и во взаимодействии с МСЭ-R и другими соответствующими организациями; информирование о соответствующей деятельности в области стандартов ТДС, проводимой признанными ОРС, выявление "разрывов, частичных совпадений и конфликтов" путем слежения за проводимой работой по стандартизации; поддержание координации работы соответствующих исследовательских комиссий МСЭ‑Т для обеспечения наиболее полного использования всего имеющегося опыта при установлении приоритетов;

• поддержание, ведение и обновление веб-презентации по стандартам ТСД и ТДС;

• выполнение функций координатора и обеспечение координации с другими организациями, форумами и консорциумами по разработке стандартов, для гарантирования того, чтобы объединение рабочих планов и приоритетов основывалось на широком круге вкладов по деловым, рыночным и технологическим вопросам;

• участие в предпринимаемых МСЭ усилиях по обеспечению поддержки развивающихся стран путем предоставления надлежащей информации, такой как стандарты ТСД и ТДС, документы и соответствующая информация, включая указания в отношении примеров передового опыта по внедрению широкополосной связи;

• участие в предпринимаемых МСЭ усилиях в области стандартизации ТСД и ТДС, направленных на осуществление связи, сотрудничества и иной деятельности вне отраслевых и технических рамок для разработки взаимовыгодных технических стандартов;

• изучение приложений и проведение дискуссий на более высоком уровне в МСЭ-Т в рамках оперативных групп и групп по совместной координационной деятельности с целью выявления новых требований, касающихся транспортных технологий в сетях доступа и домашних сетях.

### A.3 Задачи

К числу задач, наряду с прочими, относятся следующие:

– обновление Обзора по стандартизации ТСД;

– обновление Плана работы по стандартизации ТСД;

– обновление Обзора и Плана работы по стандартизации ТДС;

– ведение постоянно обновляемого перечня видов деятельности в области соответствия и проверки на функциональную совместимость (CIT) в других организациях, связанных с технологиями, на основе Рекомендаций МСЭ-T, подготовленных РГ 1/15;

– обновление веб-презентаций по ТСД и ТДС в соответствии с пересмотрами Обзора стандартов и Планов работы в области ТСД и ТДС, для того чтобы обеспечить удобный доступ к актуальной информации;

– реагирование на конкретные запросы, касающиеся информации о стандартах ТСД и ТДС, от других организаций по разработке стандартов и других заинтересованных объединений;

– содействие успеху соответствующей деятельности МСЭ-T;

– осуществление с другими группами внутри и вне МСЭ-T связи, необходимой в целях осуществления координации.

Поскольку работа в рамках данного Вопроса ведется преимущественно для целей координации, Рекомендации, как правило, не разрабатываются.

Информация о текущем состоянии работы по этому Вопросу содержится в программе работы ИК15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

### A.4 Относящиеся к Вопросу

Рекомендации:

− Отсутствуют

Вопросы:

– 2/15, 3/15, 4/15, 5/15 и 7/15

Исследовательские комиссии:

– ИК5 МСЭ-T –Окружающая среда и циркуляционная экономика

– ИК9 МСЭ-T – Широкополосные кабели и телевещание

– ИК11 МСЭ-T – Требования к сигнализации, ‎протоколы, спецификации ‎тестирования и борьба с контрафактными продуктами

– ИК12 МСЭ-T – Показатели работы, QoS и QoE

– ИК13 МСЭ-T – Будущие сети, с особым акцентом на IMT-2020, облачные вычисления и доверенные сетевые инфраструктуры

– ИК16 МСЭ-T – Кодирование, системы и приложения мультимедиа

− ИК17 МСЭ-T – Безопасность

– ИК20 МСЭ-T – Интернет вещей (IoT) и "умные" города и сообщества

− ИК 1, 4, 5 и 6 МСЭ-R – Совместное существование проводных систем электросвязи и служб радиосвязи

− РГ 1А МСЭ-R – Методы технической разработки спектра

− ИК4 МСЭ-R – Спутники в транспорте сетей доступа

– РГ 4B МСЭ-R – Системы, радиоинтерфейсы, показатели качества и готовности ФСС, РСС и ПСС, включая приложения на базе IP и спутниковый сбор новостей

– РГ 5A МСЭ-R – Сухопутная подвижная служба выше 30 МГц (кроме IMT); беспроводной доступ в фиксированной службе; любительская и любительская спутниковая службы

– РГ 5C МСЭ-R – Фиксированные беспроводные системы, ВЧ системы и другие системы, работающие на частотах ниже 30 МГц в фиксированной и сухопутной подвижной службах

– РГ 5D МСЭ-R – Системы IMT

− РГ 6A МСЭ-R − Наземная доставка радиовещательных программ

− РГ 6B МСЭ-R − Вопросы монтажа и доступа в радиовещательной службе

− ИК1 и ИК2 МСЭ-D –Технологии широкополосного доступа для развивающихся стран

− Другие комитеты МСЭ-T – например, при необходимости группы по совместной координационной деятельности

Другие органы:

– Форум по широкополосному доступу

− Комитет STEP альянса ATIS

– ТК205 CLC CENELEC по вопросам электронных систем в жилых помещениях и зданиях

– IEEE 802.3, 802.11 и 802.16

– IEEE 1904

– Комитет по стандартам связи по линиям электропередачи IEEE

– ТК215 CLC CENELEC по вопросам электротехнических аспектов оборудования электросвязи

– IETF по вопросам управления сетью доступа

– ТК86 МЭК и его подкомитеты по волоконной оптике

– TК ATTM, ТК CABLE, ТК DECT, ТК EE и ISG F5G ЕТСИ

– ОТК1/ПК25 ИСО/МЭК по вопросам присоединения оборудования на базе информационных технологий

– TR-41 и TR-42 ассоциации TIA

− Форум HomeGrid

− Альянс MoCA по вопросам передачи мультимедиа по коаксиальным кабелям

Вопрос 2/15

Оптические системы для волоконных сетей доступа

(Продолжение Вопроса 2/15)

### B.1 Обоснование

Рекомендации по оптическим системам доступа на основе связи пункта с пунктом и пункта со многими пунктами, например по G-PON (серия G.984), XG-PON (серия G.987), XGS-PON (серия G.9807) и NG-PON2 (серия G.989), позволяют производителям систем электросвязи разрабатывать функционально совместимое оптическое оборудование доступа, благодаря которому стала возможной реализация волоконной линии до жилого помещения (FTTx). Практический опыт, накопленный в области проектирования и развертывания, потребует пересмотра этих Рекомендаций для учета, например, усовершенствованных услуг, улучшенной функциональной совместимости, более высоких коэффициентов деления, большей дальности и повышенной пропускной способности.

Предоставление новых функций оптического доступа, например многостанционного доступа с разделением по длине волны (WDMA) и гибридных систем xDMA/yDMA, потребует разработки новых Рекомендаций.

Необходимо, чтобы волоконные системы доступа поддерживали ряд возможностей обслуживания на краях сети. Потребуются беспроводные, проводные и волоконные линии (например, G.65x и пластиковое оптическое волокно (POF)). Необходимы рентабельные способы развертывания волоконных систем доступа, чтобы они стали массовым рыночным решением. Спрос будет определяться рядом факторов, таких как возможность переноса сигналов интерактивных и радиовещательных услуг (например, видео для жилых помещений, ТВЧ, AR, VR), управляемая ширина полосы для многих поставщиков услуг интернета (ПУИ) вместе с более высоким качеством обслуживания и повышенной устойчивостью к внешним воздействиям. Требуются решения для широкого спектра рыночных сегментов и ситуаций, включая деловую сферу, малые и средние предприятия, небольшие и домашние офисы, жилые помещения, транзитный и периферийный трафик подвижной связи, создание "с нуля" и модернизацию сети.

Для поддержки существующих и/или будущих услуг беспроводной/подвижной связи оптические системы доступа, как планируется, в одних случаях должны обеспечивать гибкие широкополосные каналы связи со многими базовыми станциями/удаленными блоками, а в других случаях должны обеспечивать цифровую и/или аналоговую передачу радиочастотных сигналов на удаленные базовые станции/удаленные блоки. Ожидается также, что оптические системы доступа будут координироваться с внешними системами. Это необходимо для содействия предоставлению сквозных услуг. Для повышения эффективности работы сети следует учитывать обмен необходимой информацией между оптической системой доступа и внешней системой. Такая координация и контроль являются ключевыми факторами предоставления услуг с малой задержкой в эпоху IMT‑2020/5G.

Ожидается, что различные технологии оптического доступа будут использоваться для широкого круга сетевых приложений, помимо сетей доступа. В этих новых областях применения значительные преимущества по сравнению с существующими средствами обеспечивает волоконно-оптическая технология. Аналогичным образом, эти новые приложения могут обусловить новые требования к технологии, например в отношении бюджета потерь, протяженности волокна, топологии и контроля доступа к среде передачи. Координация с соответствующими группами (например, с Вопросом 3/15) и совместными проектами может помочь в использовании существующих технологий для этих новых приложений. Растет спрос на представление специализированных услуг GbE и 10GbE, прежде всего деловым пользователям. Необходимы новые методы для повышения эффективности работы и снижения затрат в отношении предоставления специализированных услуг и услуг с совместным использованием носителя. При предоставлении таких услуг доступа следует учитывать сети доступа и городские сети, поскольку в настоящее время иногда обходятся без использования узлов доступа для сведения к минимуму общих затрат на сеть. Будут учитываться решения на основе связи пункта с пунктом и пункта со многими пунктами.

Объединение всех услуг в единой волоконной транзитной сети является важным экономическим соображением для операторов сетей.

Для успешного выполнения задач в рамках Вопроса 2/15 его необходимо согласовать с другими органами, которые играют важную роль в отрасли оптического доступа, такими как IEEE и МЭК. Следующие действующие основные Рекомендации входят в сферу охвата Вопроса: G.981, G.982, серия G.983, серия G.984, G.985, G.986, серия G.987, G.988, серия G.989, G.9801, G.9802, G.9803, G.9806 и серия G.9807.

### B.2 Вопрос

− Какие новые архитектура, технологии и протоколы необходимы для решения следующих задач:

• обеспечение возможности предоставления более широкой полосы, а также улучшенных услуг и экономии в оптических сетях доступа на основе архитектуры и технологии PON последующего поколения;

• объединение сетей доступа и городских/транзитных сетей в единую оптическую сеть эффективного доступа и агрегирования;

• обеспечение индивидуальных абонентов действующих унаследованных PON возможностью перехода к системам последующих поколений с более высокой пропускной способностью без оказания воздействия на трафик других пользователей;

• обеспечение возможности физического и логического развития систем оптических сетей доступа в направлении более высоких коэффициентов деления;

• повышение устойчивости к внешним воздействиям в оптических сетях доступа;

• обслуживание совокупности оптических, меднопроводных и радиосоединений (широкополосных) конечных абонентов через ту же оптическую систему доступа при наличии упрощенного удаленного электронного оборудования;

• поддержка цифровой и/или аналоговой передачи радиочастотных сигналов в существующих и будущих услугах беспроводной/подвижной связи;

• координация систем оптического доступа и внешних систем на сквозной основе для предоставления услуг с малой задержкой;

• поддержка приложений технологии оптического доступа, не связанных с доступом, посредством координации с другими группами/совместных проектов с другими группами?

− Какие доработки существующих Рекомендаций необходимы для улучшения функциональной совместимости между блоком оптической сети (ONU) и оконечным оборудованием оптической линии (OLT)?

− Какие новые Рекомендации или доработки существующих Рекомендаций необходимы:

• для обеспечения прямой или косвенной экономии энергии в информационно-коммуникационных технологиях (ИКТ) или в других отраслях;

• для реализации периферийного/транзитного трафика на основе технологий оптического доступа;

• для систем и услуг оптических сетей доступа на основе концепции сетей с программируемыми параметрами (SDN)/виртуализации сетевых функций (NFV);

• для защищенной передачи информации по системам оптического доступа?

− К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

• архитектура и технология PON последующего поколения;

• новая(ые) система(ы) доступа большой дальности для интегральных приложений сетей доступа/городских сетей на основе технологий доступа с WDM и/или усовершенствованного доступа с TDM;

• каким образом определять ONU для потребительского рынка;

• воздействие новой компонентной технологии на оптические сети доступа;

• каким образом обеспечить, чтобы оптические системы содействовали сквозному QoS в отношении услуг пакетной передачи;

• каким образом обеспечить максимальную возможность обслуживания для граничных сетей Ethernet и WLAN (беспроводная локальная сеть);

• каким образом обеспечить предоставление мультимедийных услуг и услуг с малой задержкой;

• функциональная совместимость и соответствие физического присоединения;

• определение точки разграничения доступа в свете принадлежащих пользователям окончаний оптической сети;

• схемы модуляции для волоконного доступа;

• какова перспектива в отношении возможности обслуживания и требований, касающихся доступа;

• каким образом обеспечить эффективное присоединение между волоконными системами доступа и технологиями DSL;

• каким образом управлять интервалами длины волны при оптическом доступе;

• каким образом обеспечить сосуществование и миграцию поколений систем оптического доступа;

• каким образом повысить энергосбережение;

• каким образом ослабить воздействие несанкционированных ONU;

• каким образом осуществлять координацию с внешними системами и предоставлять сквозные услуги?

### B.3 Задачи

К числу задач, наряду с прочими, относятся следующие:

− поддержание, ведение и доработка Рекомендаций G.981, G.982, серии G.983, серии G.984, G.985, G.986, серии G.987, G.988, серии G.989, G.9801, G.9802, G.9803, G.9804, G.9806 и серии G.9807 и соответствующих Дополнений в отношении пропускной способности, функциональной совместимости, интерфейсов контроля и управления, живучести, управления использованием спектра, коэффициентов деления или других требований;

− проект одной или нескольких новых серий Рекомендаций для описания последующих поколений оптических систем доступа;

– взаимодействие и совместная работа с другими группами с целью изучения новых приложений систем оптического доступа.

Информация о текущем состоянии работы по этому Вопросу содержится в программе работы ИК15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

### B.4 Относящиеся к Вопросу

Рекомендации:

– Отсутствуют

Вопросы:

– Все Вопросы ИК15

Исследовательские комиссии:

– ИК2 МСЭ-T по аспектам управления

– ИК5 МСЭ-T по вопросам энергопотребления и эффективности

– ИК9 МСЭ-T по вопросам телевизионного и звукового вещания

– ИК13 МСЭ-T по вопросам характеристик уровня многопротокольной коммутации с использованием меток (MPLS)

Другие органы:

– ТК86 МЭК и его подкомитеты по устройствам и другим темам

– Форум по широкополосному доступу, по вопросам архитектур сетей, волоконного доступа и управления

– IETF по вопросам MIB

– IEEE 802 по вопросам оптических систем доступа, Ethernet и WLAN

– IEEE 1904.1 по вопросам функциональной совместимости услуг в пассивных оптических сетях Ethernet

– Комитет STEP альянса ATIS

– O-RAN Alliance WG4

Вопрос 3/15

Технологии организации сетей внутри помещений и связанные с этим приложения доступа

(Продолжение Вопроса 18/15)

### C.1 Обоснование

Постоянный спрос на непрерывно расширяющиеся возможности соединения устройств для предложения новых услуг потребителю, а также оптимизации монтажа инфраструктуры и управления ею потребует разработки новых сетевых технологий. Ниже приведен ряд примеров.

− Непрерывный потребительский спрос на еще более высокоскоростные услуги передачи данных, высокоскоростной доступ в интернет и другие инновационные услуги, а также текущие потребности операторов сетей использовать потенциал соединений внутри помещений для распределения услуг IPTV и других приложений.

− Во всем мире растет заинтересованность в содействии интеграции новых технологий и приложений, которые могут обеспечить устойчивое решение проблемы энергетической независимости и модернизации изнашивающихся сетей электропередачи, например возобновляемых источников энергии для коммунальных предприятий, распределенных энергоресурсов, подзаряжаемых электромобилей и управления энергопотреблением на стороне потребителя. Для поддержки указанных выше технологий и приложений необходимо обеспечить наличие современных, гибких и масштабируемых сетей связи, в которых будут увязаны функции "контроля" и "управления". Информационно-коммуникационные технологии позволят коммунальным службам значительно быстрее дистанционно определять местонахождение аварийных участков и изолировать их, а также восстанавливать подачу электроэнергии, повышая тем самым стабильность электросети. Информационно-коммуникационные технологии также окажут содействие включению возобновляемых источников энергии с изменяющимися во времени параметрами в электросеть, обеспечат более эффективное и динамическое управление нагрузкой, а также предоставят потребителям инструменты оптимизации их энергопотребления.

Группа уделяет основное внимание организации сетей внутри помещений, но могут требоваться технические разработки для адаптации этих технологий к другим сценариям (например, доступа, промышленного назначения).

Эти новые технологии потребуют разработки новых Рекомендаций и доработки существующих Рекомендаций, охватывающих все аспекты требований и реализации новых развертываний. Эти исследования будут включать, в том числе, вопросы транспортирования физического уровня, транспортирования протоколов более высокого уровня, управления и тестирования систем, устанавливаемых внутри помещений, аспекты безопасности, аспекты управления использованием спектра и методы экономии энергии, a также вопросы определения архитектуры сетей связи и требований к ним.

Следующие основные Рекомендации, действующие на момент утверждения настоящего Вопроса, входят в его сферу охвата:

− J.190−J.192;

− G.9951−G.9954;

− G.9960−G.9964, G.9972, G.9973, G.9976−G.9980;

− серия G.999x;

− серии G.995x и G.990x.

Целевой аудиторией этого Вопроса являются поставщики технологий, производители микросхем, производители оборудования, операторы кабельных сетей, поставщики услуг и коммунальные предприятия, действующие в сфере поставки решений сетевой организации для своих пользователей или объектов инфраструктуры. Содействие выработке унифицированного подхода к поддержке этого широкого спектра приложений с использованием единой технологии, содействуя синергии между областями применения, будет ориентировано на все мировое население.

### C.2 Вопрос

К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

– Какими показателями работы должны обладать неоднородные сети, для того чтобы с удовлетворительным качеством передавать потоки данных, связанные с конкретными услугами, когда эти потоки проходят по сети связи к оконечному устройству?

− Какие доработки необходимо осуществить в Рекомендациях G.9951−G.9954, G.9960−G.9964, G.9991, сериях G.995x и G.990x, G.9972, G.9973, G.9976−G.9980:

• с учетом проектирования, опыта по развертыванию сетей и изменяющихся требований к обслуживанию;

• для оптимизации транспортирования сигналов услуг на основе IP;

• для обеспечения эффективности и масштабируемости крупных сетей;

• для поддержки новых "умных" приложений?

− Какие необходимы новые Рекомендации или пересмотр существующих Рекомендаций:

• в отношении приемопередатчиков для организации неоднородных сетей с ‎использованием различных носителей, таких как кабели телефонных линий, ‎коаксиальные кабели, кабели передачи данных (например, CAT5), силовые кабели, оптические кабели и беспроводные линии;

• в отношении узкополосных и широкополосных приемопередатчиков для организации сети с ‎использованием оптической связи в свободном пространстве, в том числе связи на основе волн видимого света (VLC);

• для проведения тестирования линий;

• для обеспечения возможности достижения более высоких скоростей передачи, например с помощью MIMO;

• для обеспечения возможности транспортирования протоколов более высоких уровней;

• для оптимизации оценки пользователем качества услуги в интересах конечного пользователя;

• для обеспечения защищенного доступа в расположенную внутри помещения сеть;

• для упрощения совместного существования различных технологий, использующих один и тот же участок спектра;

• для упрощения междоменной связи между различными средами с целью оптимизации выбора пути доставки данных и обеспечения сквозного QoS и QoE;

• для поддержки механизмов синхронизации хронирования, необходимых для доставки аудио/видео;

• для поддержки услуг видео сверхвысокой четкости?

• в отношении приемопередатчиков, поддерживающих приложения для "умных" электросетей, при осуществлении передачи, распределения и работы внутри помещений;

• какие доработки существующих и разрабатываемых Рекомендаций необходимы для обеспечения прямой или косвенной экономии энергии;

• какие новые требования следует разработать для доработки существующих Рекомендаций и обеспечения поддержки ими появляющихся приложений, относящихся к энергетике?

− Какие доработки:

• существующих Рекомендаций необходимы для обеспечения прямой или косвенной экономии энергии в информационно-коммуникационных технологиях (ИКТ) или в других отраслях;

• разрабатываемых Рекомендаций или новые Рекомендации требуются для обеспечения такой экономии энергии?

− Какие механизмы:

• управления сетью следует использовать для доставки новых усовершенствованных сетевых услуг на устройства, подключенные к неоднородным сетям;

• управления приложениями следует использовать для доставки усовершенствованных приложений на устройства, подключенные к неоднородным сетям;

• безопасности следует использовать для обеспечения защиты неоднородных сетей;

• бесшовного соединения следует использовать между различными устройствами для усовершенствованных услуг в неоднородных сетях;

• следует использовать для обеспечения эффективного, менее трудоемкого технического обслуживания малого объема в неоднородных сетях?

− К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

• требования к возможностям усовершенствованных услуг, предоставляемых по неоднородным сетям;

• методы модуляции, кодирования, цифровой обработки сигнала и транспортирования, средства для управления использованием спектра (включая динамическое управление использованием спектра), среда реального шума на основе нескольких сред связи, процедуры установления соединения, процедуры тестирования, процедуры управления физическим уровнем, протоколы, обеспечивающие совместную работу с PLC, методы экономии энергии, а также транспортирование протоколов более высоких уровней;

• в данных исследованиях должны учитываться различные регуляторные условия, существующие в различных странах мира;

• приемопередатчик для методов присоединения на более высоком уровне.

− Данные исследования будут включать любые конкретные требования:

• для оптимизации транспортирования сигналов услуг на основе IP;

• для оптимизации транспортирования сигналов услуг на основе Ethernet;

• для обеспечения управления системами организации неоднородных сетей, работающими с использованием различных носителей.

### C.3 Задачи

К числу задач, наряду с прочими, относятся следующие:

− поддержание, ведение и доработка существующих Рекомендаций

• J.190−J.192;

• G.9951−G.9954;

• G.9960−G.9964, G.9972, G.9973, G.9976−G.9980;

• серии G.995x и G.990x;

• серия G.999x;

– выпуск новых Рекомендаций серий G.990x, G.995x, G.996x, G.998x и G.999x;

− определение требований к доставке усовершенствованных услуг по неоднородным сетям.

Информация о текущем состоянии работы по этому Вопросу содержится в программе работы ИК15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

### C.4 Относящиеся к Вопросу

Рекомендации:

– Отсутствуют

Вопросы:

– 1/15, 2/15, 4/15, 5/15 и 7/15

Исследовательские комиссии:

– ИК1 и ИК5 МСЭ-R

– ИК5 МСЭ-Т по ЭМС и различным вопросам, связанным с медным кабелем

– ИК9 МСЭ-Т по транспортированию телевизионных и звуковых программ (в частности, Вопросы 1/9, 2/9, 5/9, 6/9, 7/9, 8/9)

– ИК16 МСЭ-Т по аспектам мультимедиа

– КГСЭ

Другие органы:

– Комитет STEP альянса ATIS

– Форум по широкополосному доступу

– ЕТСИ, ATTM, EE

– Форум HomeGrid

– СИСПР I МЭК по требованиям к ЭМС

– РГ20 ТК57 МЭК по связи по линиям электропередачи

– ТК69 МЭК по связи по линиям электропередачи для электромобилей

– МЭК по энергоэффективности и стандартам, относящимся к связи в "умных" электросетях

– IEEE 802.1, 802.3, 802.11, 1901, 1905

– ОТК1/ПК25 ИСО/МЭК по присоединению оборудования на базе информационных технологий

– MoCA по передаче мультимедиа по коаксиальным кабелям

– TR-41 ассоциации TIA по вопросам управления использованием спектра

– TTC (Япония)

– TTA (Корея)

– CCSA

– Альянс G3-PLC

– Альянс PRIME

– SAE по энергоэффективности и стандартам, относящимся к связи в "умных" электросетях

– РГ11 ТК210 CENELEC

Вопрос 4/15

Широкополосный доступ с использованием металлических проводников

(Продолжение Вопроса 4/15)

### D.1 Обоснование

Постоянный абонентский спрос на все более высокоскоростные услуги передачи данных, высокоскоростной доступ в интернет и другие инновационные услуги, а также текущие потребности операторов сетей в полномасштабной эксплуатации своей установленной базы металлических проводников (в том числе медных пар и коаксиальных кабелей) потребуют разработки новых Рекомендаций и доработки действующих Рекомендаций, охватывающих все аспекты приемопередатчиков, работающих с использованием металлических проводников в участке доступа сети, заходящем в помещение абонента. Эти исследования будут включать, в том числе, вопросы транспортирования в отношении протоколов более высокого уровня, управление системами доступа и их тестирования и аспекты управления использованием спектра и методы экономии энергии.

Технология G.fast увеличила скорость передачи до 2 Гбит/с и выше благодаря сочетанию наиболее эффективных возможностей оптических, коаксиальных и DSL технологий в гибридных системах с общей длиной кабеля до приемопередатчика абонента до 400 м и использованию профилей полосы пропускания 106 МГц и 212 МГц. Более высокие скорости передачи данных могут достигаться путем связывания. Улучшение функциональных и эксплуатационных показателей находится пока на стадии изучения.

Технология MGfast повысит скорость передачи до 5 Гбит/с и планируется дальнейшее повышение скорости передачи – до 10 Гбит/с и выше благодаря сочетанию наиболее эффективных возможностей оптических, коаксиальных и DSL технологий в гибридных системах с общей длиной кабеля до приемопередатчика абонента до 200 м и использованию более высоких профилей полосы пропускания и/или связывания. Технология MGfast будет также способствовать распределению услуг в помещениях благодаря использованию режима работы на основе связи пункта со многими пунктами из узла доступа или точки распределения к нескольким находящимся в помещении устройствам конечного пользователя. Технология MGfast обеспечит также безопасность и информацию о QoS (например, дифференциация по времени задержки) на физическом уровне. Улучшение функциональных и эксплуатационных показателей находится пока на стадии изучения.

Следующие основные Рекомендации, действующие на момент утверждения настоящего Вопроса, входят в его сферу охвата: серия G.991.x, серия G.992.x, серия G.993.x, G.994.1, серия G.996.x, G.997.x, серия G.998.x, G.999.1, серия G.970.x и серия G.971.x.

Этот Вопрос адресуется поставщикам технологий, производителям микросхем, производителям оборудования и поставщикам услуг, работающим в области предоставления доступа в высокоскоростную сеть из помещений абонентов. Содействие выработке унифицированного подхода к широкополосному доступу с использованием металлических проводников ориентировано на мировую аудиторию.

### D.2 Вопрос

− Какие доработки необходимо осуществить в Рекомендациях серий G.99x и G.970x:

• с учетом проектирования, опыта развертывания сетей и изменяющихся требований к обслуживанию;

• для оптимизации транспортирования сигналов услуг на основе IP;

• для оптимизации скоростей передачи, обеспечиваемой с помощью векторных групп проводных пар;

• для оптимизации дуплексирования с временным/частотным разделением и работы по нескольким линиям;

• для увеличения охвата на высоких скоростях передачи?

− Какие новые Рекомендации необходимы:

• в отношении приемопередатчиков для абонентского доступа по металлическим проводникам;

• для тестирования линий;

• для обеспечения возможности достижения более высоких скоростей передачи, например с помощью полностью дуплексной передачи, усовершенствованных схем кодирования, соединения по проводным парам или координации и/или векторизации по группам пар;

• для обеспечения возможности транспортирования протоколов более высоких уровней;

• для оптимизации оценки пользователем качества услуги в интересах конечного пользователя;

• для обеспечения возможности работы на основе связи пункта со многими пунктами из узла доступа или точки распределения к нескольким находящимся в помещении устройствам конечного пользователя;

• для обеспечения возможности секционирования данных, транспортирования данных с разными QoS и малой задержкой в контексте IMT‑2020/5G;

• для обеспечения возможности каскадирования оборудования доступа с поддержкой G.fast или MGfast (G.fastback);

• для обеспечения аспектов безопасности в топологиях на основе связи пункта с пунктом и пункта со многими пунктами;

• для обеспечения возможности управления доступом к среде через устройство связывания в топологиях на основе связи пункта с пунктом и пункта со многими пунктами;

• для улучшения сосуществования DSL и G.fast с другими технологиями, например G.hn по линиям электропередач (совместно с Вопросом 3/15);

• для обратной подачи энергопитания (RPF) для оборудования доступа и устойчивого минимального обслуживания в отсутствие электросети;

• для системных (не относящихся к приемопередатчику) аспектов сети доступа и оборудования помещений абонента?

− Какие доработки существующих Рекомендаций необходимы для обеспечения прямой или косвенной экономии энергии в информационно-коммуникационных технологиях (ИКТ) или в других отраслях?

− Какие доработки разрабатываемых Рекомендаций или новые Рекомендации требуются для обеспечения такой экономии энергии?

− К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

• методы модуляции и транспортирования, средства для управления использованием спектра (включая динамическое управление использованием спектра), процедуры установления соединения, процедуры тестирования, процедуры управления физическим уровнем, методы экономии энергии;

• среды реального шума и характеристики шлейфа;

• методы оптимизации использования энергии, такие как адаптация фактического трафика пользователя на паре для смягчения последствий перебоев в подаче электроэнергии и для поддержки эксплуатации аккумуляторов;

• методы координации приемопередатчиков в группе пар, в том что касается функционирования в пределах заданных ограничений, например ограничений, касающихся совокупного энергопотребления или совокупной скорости передачи данных;

• методы координации сигналов в группе проводных пар для улучшения показателей работы на основе использования векторизации (подавление FEXT и NEXT формирование луча) и контроля/формирования PSD;

• методы транспортирования сигналов времени и синхронизации по меднокабельной сети доступа, в сотрудничестве с Вопросом 13/15;

• координация вопросов оптического доступа и доступа с использованием медного кабеля в цифровой секции доступа с целью уменьшения сложности и оптимизации QoS;

• методы присоединения приемопередатчиков с функциональными средствами других физических уровней и более высоких уровней;

• методы, связанные с аспектами безопасности в топологиях на основе связи пункта с пунктом и пункта со многими пунктами;

• методы, связанные с управлением доступом к среде через устройство связывания в топологиях на основе связи пункта с пунктом и пункта со многими пунктами;

• системные (не относящиеся к приемопередатчику) аспекты сети доступа и оборудования в помещении абонента;

• рассмотрение аспектов виртуализации сетевых функций (NFV) и управления сетями с программируемыми параметрами (SDN).

− В ходе этих исследований следует учитывать различные условия регулирования в разных странах мира.

− Данные исследования будут включать любые конкретные требования:

• для оптимизации транспортирования сигналов услуг на основе IP;

• для оптимизации транспортирования сигналов услуг на основе Ethernet;

• для оптимизации периферийного/транзитного трафика подвижной связи (например, для малого времени задержки);

• для обеспечения управления системами доступа, работающими с использованием металлических проводников.

### D.3 Задачи

К числу задач, наряду с прочими, относятся следующие:

− поддержание, ведение и доработка существующих Рекомендаций и выпуск новых Рекомендаций серии G.99x (например, серия G.991.x, серия G.992.x, серия G.993.x, G.994.1, серия G.996.x, G.997.x, серия G.998.x и G.999.1), G.970x и серия G.971x, а также поддержка Технических отчетов и Добавлений.

Информация о текущем состоянии работы по этому Вопросу содержится в программе работы ИК15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

### D.4 Относящиеся к Вопросу

Рекомендации:

− Отсутствуют

Вопросы:

– 1/15, 2/15, 3/15 и 13/15

Исследовательские комиссии:

– ИК1 и ИК5 МСЭ-R

– ИК5 МСЭ-Т по вопросам ЭМС, энергоэффективности и различным вопросам, связанным с медным кабелем

– ИК9 МСЭ-Т по транспортированию телевизионных и звуковых программ

− ИК11 МСЭ-Т по аспектам тестирования и функциональной совместимости

– ИК16 МСЭ-Т по аспектам мультимедиа

Другие органы:

– СИСПР I МЭК по вопросам требований к ЭМС

– IEEE 802.1 и 802.3

– ОТК1/ПК25 ИСО/МЭК по присоединению оборудования на базе информационных технологий

– ТК210 CENELEC по требованиям по ЭМС

– ЕТСИ TC ATTM, EE и ERM по вопросам обратной подачи энергопитания, инженерным методам защиты окружающей среды и ЭМС

– Комитет STEP альянса ATIS и его подкомитет по эффективности использования энергии в электросвязи (TEE)

– CCSA по вопросам xDSL

– Форум по широкополосному доступу, по сценариям использования, требованиям, архитектуре и управлению, относящимся к сетям доступа

– Форум по широкополосному доступу, по (сертификации) тестированию в отношении Рекомендаций МСЭ-Т серий G.99x, G.970x и G.971x

Вопрос 5/15

Характеристики и методы тестирования оптических волокон и кабелей,
а также руководство по монтажу

(Продолжение Вопроса 5/15)

### E.1 Обоснование

Волоконно-оптические кабели приняты и развернуты в сетях электросвязи по всему миру, нашли широкое применение в сетях доступа, сетях внутри-/межстанционной связи, городских сетях и сетях дальней связи, подводных сетях. Новые технологии и новые приложения оптического волокна продолжают обусловливать необходимость в дополнительных технических характеристиках. Например, IoT, перспективные услуги подвижной связи, периферийные вычисления, облачное/ распределенное управление данными и т. д. требует новых возможностей и/или новых функций для волоконно-оптической сети. Кроме того, в связи с повышением требований к скоростям передачи и полосе пропускания в оптической сети, поддерживающей разнообразные услуги, требуется новый класс оптических волокон, которые могут существенно расширить пропускную способность традиционного одномодового волокна.

Один из важных комплексов вопросов, которые необходимо исследовать, связан с сетевой инфраструктурой, используемой для подключения потребителя. Выбор типа инфраструктуры, кабелей и компонентов линейно-кабельных сооружений напрямую зависит от выбранной топологии, а также условий монтажа (наличие объектов инфраструктуры или необходимость строительства новых). Для этих целей потребуется оптические или оптические/электрические кабели, новые кабельные конструкции и методы монтажа для строительства и эксплуатации линейно-кабельных сооружений.

Кроме того, монтаж кабеля в существующих зданиях в отсутствие специальной доступной инфраструктуры для этих новых элементов явится сложной задачей, вследствие чего необходимо будет определить технические решения для выполнения проводки в помещении пользователя при создании минимальных неудобств для пользователя, такие, например, как миниатюрные кабели и устройства, готовые решения и т. д.

К сфере охвата настоящего Вопроса относятся следующие области стандартизации:

– описание и тестирование базовых типов одномодового и многомодового волокна, а также в сочетании с волоконно-оптическими кабелями, с таблицами параметров, описывающих изменения в рамках каждого базового типа;

– описание метода монтажа волоконно-оптического кабеля в сетях и в помещениях пользователя;

– определение атрибутов и соответствующих методов тестирования экологических, геометрических характеристик, характеристик передачи, механических характеристик и характеристик надежности;

– описание различных возможных решений на основе волокна и/или кабеля для ОТС, сети доступа и подводной сети;

– описание взаимосвязей различных атрибутов с другими атрибутами и с изменениями в среде.

– Следующие основные Рекомендации и Добавления, действующие на момент утверждения настоящего Вопроса, входят в его сферу охвата:

• Оптическое волокно: G.650.1, G.650.2, G.650.3, G.651.1, G.652, G.653, G.654, G.655, G.656, G.657, Добавления 40,47 и 59 к серии G.

• Волоконно-оптические кабели:

− L.100/L.10, L.102/L.26, L.101/L.43, L.106/L.58, L.103/L.59, L.109/L.60, L.104/L.67, L.107/L.78, L.108/L.79, L.105/L.87, L.110 по структуре и характеристикам кабеля,

− L.126/L.27 по оценке кабелей,

− L.151/L.34, L.150/L.35, L.152/L.38, L.161/L.46, L.153/L.48, L.154/L.49, L.158/L.56, L.156/L.57, L.157/L.61, L.159/L.77, L.160/L.82, L.155/L.83, L.162, L.163 по руководству и методу монтажа.

### E.2 Вопрос

– Какие характеристики волокна необходимы для:

• ослабления ограничений показателей работы оптических волокон для систем передачи последующих поколений, таких как поддерживающие скорость выше 100 Гбит/с на каждую длину волны;

• поддержки приложений плотного и грубого мультиплексирования с разделением по длине волны (CWDM/DWDM) в сетях доступа (в том числе до жилого помещения/здания и в жилом помещении/здании), городских сетях (включая внутри-/
межстанционную связь), сетях дальней связи и подводных сетях;

• поддержки приложений мультиплексирования с пространственным разделением и/или разделением по моде (SDM/MDM);

• открытия новых областей спектрального пропускания в качестве дополнительной полосы пропускания?

ПРИМЕЧАНИЕ. – Некоторые из этих аспектов в настоящее время также рассматриваются в рамках Вопросов 2/15, 6/15, 8/15, поэтому необходима координация.

– Что необходимо для обеспечения рентабельных сетей оптического доступа (в том числе до жилого помещения/здания и в жилом помещении/здании), сетей периферийного/транзитного трафика подвижной связи и подводных сетей? Каким образом возможно составить согласованные Рекомендации по прокладке кабелей в этих прикладных областях? Возможно разделение по основным типам топологии и включение таких аспектов как:

• оптическое волокно

− влияние кабельной конструкции и монтажа кабеля на характеристики волокна;

− влияние аппаратного обеспечения, например лотков сращивания волокон, абонентской розетки, кожухов, соединителей и т. д. на характеристики волокна и кабеля;

− простота управления и механическая надежность оптических волокон;

− тестирование и техническое обслуживание на местах.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Некоторые из этих аспектов в настоящее время также рассматриваются в рамках Вопроса 7/15, поэтому необходима координация.

− К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

• геометрические, механические и оптические свойства стекла для приложений одно- и маломодового волокна;

• механическая и оптическая надежность волокон и кабелей (срок службы и частота отказов) при различных условиях монтажа и окружающей среды;

• требования к волокнам для кабельных структур высокой плотности;

− моделирование и измерения поляризационной модовой дисперсии (ПМД) в перспективной кабельной конструкции и/или в конкретных условиях;

− влияние условия развертывания сети на оптические характеристики, например многолучевая интерференция (MPI), PMD, длина волны отсечки, распределенное рамановское усиление и т. д.;

• возможные дополнительные типы волокна и дополнительные таблицы параметров в рамках существующих Рекомендаций;

• другие типы традиционных одномодовых кварцевых волокон, оптимизированных для систем DWDM с более высокими скоростями передачи данных (например, выше 100 Гбит/с);

• другие типы одномодовых кварцевых волокон для открытия новых областей спектрального пропускания;

• другие типы одномодовых кварцевых волокон для снижения нелинейных эффектов;

• повреждение волокна вследствие большой мощности и малых радиусов изгиба;

• требования к волокну и кабелю для параллельной передачи с использованием CWDM или SDM по одно- или маломодовым волокнам;

• требования к волокну и кабелю для передач с использованием SDM со скоростями выше 100 Тбит/с на каждое волокно;

• требования к волокну и кабелю для поддержки передовых сетей доступа и сетей подвижной связи;

• определение "степени совместимости" различных типов волокон, проложенных в одной линии, в целях оценки характеристик передачи;

• параметры волокна в области контрольной длины волны;

• аспекты и/или руководство по измерениям на местах, связанных с топологией на основе связи пункта с пунктом и пункта со многими пунктами;

• каковы оптимальные методы ввода в помещения пользователя и развертывания волоконно-оптических кабелей и других сетевых элементов в местах общего пользования зданий;

• каковы предпочтительные типы конструкций волоконно-оптических кабелей для беспроводных, внутренних и внешних кабельных систем;

• каковы предпочтительные типы конструкций гибридных/комбинированных кабелей;

• каковы подходящие методы соединения OTN, сети доступа и помещений пользователя в здании;

• каковы подходящие методы строительства волоконной сети в жилом помещении;

• каковы подходящие технологии для соединения физической инфраструктуры "умного" города;

• каковы подходящие технологии для "умного" производства?

### E.3 Задачи

К числу задач, наряду с прочими, относятся следующие:

− поддержание, ведение и доработка серии G.65x, включая изменение параметров в Рекомендациях G.651.1, G.652, G.653, G.654, G.655, G.656 и G.657;

− обновление текста Добавлений 40,47 и 59 к серии G, при необходимости;

− разработка новых Рекомендаций или таблиц параметров в рамках существующих Рекомендаций для возможных дополнительных типов волокна и кабеля;

− разработка определений новых параметров и соответствующих методов заводских и полевых испытаний, эталонных методов тестирования и альтернативных методов тестирования для Рекомендаций G.650.1, G.650.2 и G.650.3;

– поддержание, ведение и доработка серии L.100, включая изменение параметров в Рекомендациях L.100–L.199;

− разработка руководящих указаний для пользователей оптических волокон и кабелей;

− разработка согласованных Рекомендаций по прокладке кабелей;

– аспекты оптического волокна и кабеля, связанные с монтажом OTN, сетей доступа и беспроводных сетей;

– монтаж кабелей внутри жилого помещения/здания, а также между и внутри станций;

– решения для соединения внешней и внутренней сетей;

– характеристики и методы тестирования для вертикальной прокладки кабелей в зданиях;

– воздействие монтажа волоконно-оптического кабеля на городскую окружающую среду.

Информация о текущем состоянии работы по этому Вопросу содержится в программе работы ИК15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

### E.4 Относящиеся к Вопросу

Рекомендации:

– G.67x-, G.69x-, G.95x-, G.97x-, G.98x-, Рекомендации серий L.200, L.300 и L.400

Вопросы:

– 1/15, 2/15, 6/15, 7/15, 8/15

Исследовательские комиссии:

Отсутствуют.

Другие органы:

– ОТК1/ПК25 ИСО/МЭК по вопросам прокладки мультимедийных кабелей в домах

– ПК 86A МЭК по вопросам волокна и кабеля

– ПК 86B МЭК по вопросам соединителей и компонентов

– ПК 86C МЭК по вопросам тестирования систем и вопросам активных устройств

– IEC SC46C JWG8 по гибридным кабелям

– ТК 86A CENELEC по вопросам волокна и кабеля

– ТК 86BXA CENELEC по вопросам соединителей и компонентов

– IEEE 802.3

Вопрос 6/15

Характеристики оптических компонентов, подсистем и систем
для оптических транспортных сетей

(Продолжение Вопроса 6/15)

### F.1 Обоснование

Волоконно-оптические сети применяются в системах электросвязи по всему миру. Структурные реформы, ведущие к росту приватизации сетей электросвязи, создают эксплуатационную среду, требующую организации оптических сетей и присоединения различных операторов связи.

Динамика обусловливается необходимостью повышения эффективности сетей и потребительским спросом на все более высокоскоростные услуги передачи данных, высокоскоростной доступ в интернет и другие инновационные услуги.

Это ведет к возникновению потребности в более высокоскоростных (Терабит/с) оптических транспортных системах во внутристанционных и межстанционных сетях, городских сетях и сетях дальней связи различных операторов сетей.

В рамках Вопроса определяются технические характеристики, которые необходимы для интерфейсов физического уровня систем на основе связи пункта с пунктом и систем WDM, для обеспечения возможности развития оптических сетей с целью поддержки повсеместной доступности услуг связи последующих поколений с высокой пропускной способностью. Насколько это возможно, такие технические характеристики должны обеспечить поперечную совместимость (черный ящик и/или черная линия) в среде с несколькими поставщиками и несколькими сетевыми операторами.

Кроме того, возрастающая сложность оптических систем обусловила все большее разнообразие активных, пассивных и гибридных или динамических/адаптивных оптических компонентов и подсистем, функции которых зависят от применения. В рамках настоящего Вопроса также изучается острая потребность в технических характеристиках, которая следует из Рекомендаций по системам и высказывается операторами сетей. Вопрос служит средством осуществления взаимодействия со стандартами уровня компонентов, созданными вне МСЭ-T в таких организациях, как МЭК.

Следующие основные Рекомендации, действующие на момент утверждения настоящего Вопроса, входят в его сферу охвата: G.640, G.661, G.662, G.663, G.664, G.665, G.666, G.667, G.671, G.672, G.680, G.691, G.692, G.693, G.694.1, G.694.2, G.695, G.696.1, G.697, G.698.1, G.698.2, G.698.3, G.698.4, G.955, G.957, G.959.1 и G.911.

### F.2 Вопрос

− Какие аспекты систем и характеристики физического уровня необходимы для включения продольно совместимых и поперечно совместимых оптических систем во внутристанционные, межстанционные сети, городские сети и сети дальней связи?

− Какие аспекты и целевые характеристики компонентов необходимо определить для обеспечения работы внутристанционных, межстанционных сетей, городских сетей и сетей дальней связи, а также местных сетей доступа и подводных сетей?

− Какие доработки существующих проектов Рекомендаций или опубликованных Рекомендаций и какие новые Рекомендации необходимы для определения интерфейсов оптических транспортных систем, использующих как технологии прямого обнаружения, так и когерентные технологии, со скоростями передачи данных от 25 Гбит/с и выше и, при необходимости, с учетом гибкой сетки DWDM?

− Какие соображения, касающиеся систем и физического уровня, необходимы в отношении оптических транспортных систем, оптимизированных для новых приложений, например, городских приложений, включая приложения передачи периферийного и транзитного трафика подвижной связи?

− Какую доработку существующих проектов Рекомендаций или опубликованных Рекомендаций следует осуществить, для того чтобы отразить развитие технологий, далее снизить стоимость и потребление энергии волоконно-оптических систем связи?

К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

− Общие соображения в отношении оптических систем, используемых для транспортирования сигналов ОТС, Ethernet, CPRI и других протоколов с использованием одномодового волокна нескольких типов. Статистические и полустатистические подходы к бюджету мощности:

• технические характеристики для обеспечения поперечной и продольной совместимости в одно- и многоканальных оптических системах;

• модели систем, эталонные конфигурации и контрольные точки для обеспечения методик описания оптического интерфейса;

• технические характеристики интерфейсов в линии DWDM, с учетом гибкой сетки;

• оценка качества решений по обеспечению возможности сквозной маршрутизации в оптическом канале в полностью оптических сетях (например, показатель качества передатчика, такой как амплитуда вектора ошибок, кумулятивные эффекты ухудшений, переходные процессы и т. д.);

• архитектуры физического уровня, в том числе новые технологии для увеличения пропускной способности оптических систем передачи;

• линейные и нелинейные эффекты распространения;

• мониторинг показателей работы;

• применение методов упреждающей коррекции ошибок (FEC) к наземным оптическим системам передачи (например, для расширения запаса системы или смягчения характеристик оптических параметров);

• усовершенствованные статистические методы проектирования;

• аспекты оптических систем, касающиеся готовности/надежности.

− Дополнительные вопросы для исследования:

• активные устройства и подсистемы, такие как оптические усилители (ОУ), включая определения и измерение параметров, классификацию устройств и подсистем, оптические нелинейности, поляризацию, дисперсию, шум и переходные процессы;

• пассивные компоненты, такие как сростки и соединители, аттенюаторы, концевые кабельные муфты, компоненты ответвления M-на-N (например, разветвители и сумматоры), оптические мультиплексоры и демультиплексоры длины волны, оптические фильтры, оптические изоляторы и циркуляторы и компенсаторы дисперсии;

• значения параметров передачи для худшего случая (для всех условий и к концу срока службы) для пассивных компонентов в цифровых приложениях;

• компоненты и подсистемы для использования в двунаправленных системах передачи по одному волокну;

• описание фиксированных оптических мультиплексоров ввода-вывода (OADM) и реконфигурируемых оптических мультиплексоров ввода-вывода (ROADM) и оптических кроссовых соединений (OXC);

• аспекты безопасности рассматриваемых компонентов, включая аспекты эксплуатации при высоких уровнях оптической мощности.

### F.3 Задачи

К числу задач, наряду с прочими, относятся следующие:

– доработка Рекомендаций G.640, G.661, G.662, G.663, G.664, G.665, G.666, G.667, G.671, G.672, G.680, G.691, G.692, G.693, G.694.1, G.694.2, G.695, G.696.1, G.697, G.698.1, G.698.2, G.698.3, G.698.4, G.955, G.957 и G.959.1;

– разработка новых Рекомендаций, Добавлений и/или объединение существующих Рекомендаций, в зависимости от результатов работы по вышеупомянутым пунктам исследования;

– доработка текста Добавления 39 к серии G.

Информация о текущем состоянии работы по этому Вопросу содержится в программе работы ИК15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

### F.4 Относящиеся к Вопросу

Рекомендации:

– Серии G.6xx и G.9xx

Вопросы:

– 2/15, 5/15, 7/15, 10/15, 11/15, 12/15, 13/15, 14/15 и 16/15

Исследовательские комиссии:

– ИК5 МСЭ-T

– ИК13 МСЭ-T

– ИК12 МСЭ-Т по требованиям к показателям работы сети

Другие органы:

− ПК 86B МЭК по вопросам оптических пассивных компонентов

– ПК 86C МЭК по вопросам активных компонентов и динамических компонентов, включая все типы оптических усилителей, по вопросам методов тестирования и измерения систем и методов тестирования оптических усилителей

− ТК76 МЭК по вопросам лазерной безопасности и аспектам безопасной эксплуатации лазеров

– Форум OIF по вопросам интерфейсов оптических систем

– IEEE 802.3 по вопросам интерфейсов оптических систем

– Рабочая группа CCAMP IETF

Вопрос 7/15

Возможность соединения, эксплуатация и техническое обслуживания оптических физических инфраструктур

(Продолжение Вопроса 16/15)

### G.1 Обоснование

Стремительное развитие сетей электросвязи во всем мире происходит на основе монтажа волоконно-оптических кабелей как в сетях дальней связи, так и в сетях доступа. В частности, реализация беспроводных сетей пятого поколения (IMT-2020/5G) возможна только, если она поддерживается волоконно-оптической магистральной сетью. Сегодня этапы развития сетей могут отличаться от страны к стране, но их объединяет потребность в высокой надежности, для того чтобы гарантировать все используемые в настоящее время широкополосные услуги, такие как передача данных и видеосвязь. Кроме того, при проектировании и реализации сети необходимо учитывать различные географические условия.

В рамках данного Вопроса определяются спецификации, необходимые для объектов физической инфраструктуры, с тем чтобы обеспечить возможность развития оптических сетей для поддержки повсеместной доступности услуг следующего поколения с высокой пропускной способностью. Вопрос представляет собой естественный интерфейс с другими организациями, например МЭК, которые работают над теми же вопросами.

Во многих странах для приложений FTTx используется топология пассивной оптической сети (PON), и следует рассматривать подходящие конфигурации с учетом развертывания сети, ее технического обслуживания, эксплуатации и административного управления этой сетью, а также с учетом развития в направлении технологии WDM PON.

Кроме того, важно продумать соответствующе планирование оптической сети доступа для городских районов, в которых спрос на оптическое волокно носит концентрированный характер, а также для сельских районов, в которых спрос на оптическое волокно рассредоточен по обширной области.

Прогресс в миниатюризации оптических кабелей приведет к исследованиям воздействия этого процесса на существующие сети, на такие аксессуары, как соединительные муфты, шкафы, распределительные коробки, новые компактные оптические соединители с большим количеством компонентов и т. д.

Возникающие темы, связанные с интернетом вещей (IoT), IMT-2020/5G и "умными" городами, требуют анализа их воздействия на существующие сети и исследований новых потенциальных потребностей, связанных с развертыванием сетей в помещениях и по отношению к линейно-кабельным сооружениям.

Строятся крупные/гипермасштабируемые центры обработки данных для поддержки услуг передачи данных и технологий ИКТ, таких как облачные вычисления, большие данные и искусственный интеллект. Требуется проведение исследования объектов инфраструктуры для присоединения центров обработки данных, находящихся друг от друга на больших расстояниях или в пределах города.

Наконец, продолжается вызываемое старением ухудшение объектов инфраструктуры электросвязи, таких как волоконно-оптические кабели и поддерживающая их инфраструктура, например столбы, люки, туннели и т. д. Для того чтобы гарантировать непрерывность обслуживания, необходимо эффективное и безопасное управление объектами инфраструктуры. Важно также повышать устойчивость сетей и их способность к восстановлению после бедствий, с тем чтобы обеспечить реализацию устойчивых услуг электросвязи.

С ростом числа абонентов, подключенных с использованием методов FTTx, обязательной становится разработка методов тестирования волокна и идентификации волокна, с тем чтобы упростить подключение новых абонентов, а также обнаруживать отказы на местах, не прерывая обслуживание.

Наряду с этим при проектировании волоконных сетей доступа следует принимать во внимание регуляторные сценарии, для развертывания технологий IMT-2020/5G, объектов физической инфраструктуры "умных" городов, заводов, вертикальных отраслевых приложений и другие новые сценарии.

В сферу охвата настоящего Вопроса входят следующие основные Рекомендации, действующие на момент его утверждения: L.200/L.51, L.201/L.13, L.202/L.50, L.203/L.44, L.204/L.70, L.205/L.11, L.206, L.207, L.208, L.250/L.90, L.251/L.72, L.252/L.86, L.253/L.47, L.254/L.62, L.256/L.45, L.257/L.39, L.258/L.63, L.259/L.73, L.260/L.84, L.261/L.89, L.262/L.94, L.300/L.25, L.301/L.41, L.302/L.40, L.310, L.311/L.93, L.312/L.68, L.313/L.66, L.314, L.315, L.340/L.74, L.341/L.88, L.360/L.80, L.361/L.64, L.362/L.69, L.390/L.92, L.391/L.81, L.392, L.400/L.12, L.401/L.31, L.402/L.36, L.403/L.37 и L.404.

### G.2 Вопрос

К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

– Какое влияние оказывают различные географические условия на объекты инфраструктуры оптической сети?

– Какова оптическая сеть доступа, подходящая для городских и сельских районов, с учетом спроса на оптическое волокно и площади района?

– Каковы основные соображения, касающиеся проектирования сетей для использования внутри и вне помещения с учетом вопросов планирования и роста, включая потребности в оптическом волокне для развертывания IMT-2020/5G?

– Каковы подходящие характеристики оптических сетей доступа для поддержки развития технологий PON?

– Каковы оптимальные методы монтажа сетевых элементов в местах общего пользования зданий?

– Какие функциональные возможности необходимы для распределительного пункта здания (BDP)?

– Что составляет основное дополнительное оборудование и каковы его функциональные возможности для прокладки кабелей в здании?

– Каковы механические и экологические характеристики оптической инфраструктуры, включая:

• оптические распределительные щиты;

• муфты наружной установки и распределительные шкафы;

• распределительные коробки для использования внутри и вне помещений;

• волоконно-оптическое подключение, включая сращивания, оптические и/или оптические/электрические гибридные соединители, монтируемые в полевых условиях соединители, разветвители и другие пассивные компоненты;

• абонентские оконечные устройства и претерминированные абонентские отводы;

• решения для кабельных систем внутри помещения.

– Какие методы могут быть предусмотрены для хранения, защиты и управления тепловым режимом активного электронного оборудования в местах расположения линейно-кабельных сооружений с учетом требований энергосбережения?

– Какие технические вопросы следует принимать во внимание при сращивании различных типов одномодового волокна?

– Каковы оптимальные стратегии строительства новой инфраструктуры и расширения существующей инфраструктуры с учетом целостности установки, технического обслуживания и вопросов роста?

− Какие возникают ключевые вопросы при совместном использовании существующих объектов инфраструктуры других поставщиков услуг и коммунальных служб (например, уличного освещения и канализации) для прокладки нового волоконного кабеля с целью сведения к минимуму строительных работ?

− Какие существуют подходящие методы изучения и/или нанесения на карту существующих объектов инфраструктуры, с тем чтобы избежать земляных работ и/или повреждения объектов?

− Каково воздействие результатов миниатюризации волокон/кабелей на существующие сети?

– Каковы подходящие методы для проектирования сетей в городских и сельских районах с учетом спроса на оптическое волокно и площади и протяженности района в будущем?

– Какие регуляторные вопросы необходимо рассмотреть при развертывании волокна?

− Каково воздействие IoT на потребности в инфраструктуре применительно к "умным" городам и существующим городским сетям?

– Каковы подходящие методы для соединения объектов физической инфраструктуры "умного" города, таких как "умные" столбы освещения или, далее, "умные" столбы, на которые установлены антенны IMT-2020/5G?

– Какие объекты инфраструктуры подходят для "межстанционных" приложений?

− Каковы функциональные требования к тестированию волоконно-оптических линий без какого-либо ухудшения сигналов оптической связи в сетях доступа?

− Какие процедуры и методы возможно использовать для тестирования волоконно-оптических линий без прерывания предоставления услуг оптической связи и/или во время работ по техническому обслуживанию, проводимых в оптических сетях доступа?

− Какие необходимы тестовые функции для реализации высоконадежной оптической сети?

− Какие типы оптических устройств для тестирования необходимы для эффективного технического обслуживания оптической кабельной сети?

− Каковы функциональные требования к системам тестирования волоконно-оптических линий, используемых в сетях доступа и магистральных линиях, какого-либо ухудшения сигналов оптической связи?

− Какие виды параметров и/или информации необходимы для систем эксплуатации сети для испытательных систем PON и волоконно-оптических линий в целях поиска отказа в волоконно-оптическом кабеле?

− Какие виды надежных технологий могут применяться для предохранения и защиты средств линейно-кабельных сооружений?

− Исследование новых решений, предназначенных для осуществления контроля важнейших элементов сети с помощью сенсорных сетей.

− Обеспечивают ли существующие Рекомендации и справочники МСЭ-Т находящийся на уровне современных требований охват методов, требуемых для технического обслуживания волоконно-оптической кабельной инфраструктуры?

− Вопросы безопасности, связанные с доступом к оптической инфраструктуре, в контексте эксплуатации и технического обслуживания.

− Исследование надлежащих способов повышения устойчивости сетей и их способности к восстановлению в условиях бедствий.

− Каковы функциональные требования и/или подходящие методы обследования, технического обслуживания и ремонта поддерживающих объектов инфраструктуры, таких как телефонные столбы, туннели, трубопроводы и люки/смотровые колодцы?

### G.3 Задачи

К числу задач, наряду с прочими, относится разработка Рекомендаций и/или технических документов по следующим темам:

– аспекты, относящиеся к планированию, монтажу, активации и приемке оптических сетей;

– технические аспекты, относящиеся к регулированию, связанному с оптическими сетями доступа;

− технические аспекты, относящиеся к совместному использованию объектов инфраструктуры других операторов и коммунальных служб;

− современные варианты исследования существующих подземных объектов инфраструктуры;

– характеристики и методы монтажа BDP;

– характеристики и методы монтажа дополнительных устройств, необходимых в жилых помещениях/зданиях;

– характеристики и методы монтажа шкафов для FTTx;

– распределительные щиты и оконечные устройства на стороне потребителя с учетом доступа нескольких операторов;

– наружный распределительный шкаф для оптических кросс-коммутаторов;

– значения параметров передачи для компонентов в отношении статистических величин, таких как среднее и стандартное отклонение, краткосрочные изменения в зависимости от окружающей среды, долгосрочное ухудшение вследствие старения, использование этих параметров при расчетах систем;

− компоненты для конструкции, прокладки и защиты кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений (сростки оптических волокон, волоконно-оптические аттенюаторы, соединители для одномодового оптического волокна, оптические компоненты разветвления, а также монтируемые в полевых условиях оптические соединители);

– новые семейства компактных оптических соединителей с большим количеством компонентов, оптические/электрические гибридные соединители;

− воздействие новых типов волокна с уменьшенной толщиной оплетки на компоненты линейно-кабельных сооружений (т. е. соединительные муфты).

– претерминированные волоконно-оптические абонентские отводы и упрочненные соединители;

– сращивание различных видов одномодовых волокон и решения в рамках метода измерения сращивания для кабельной проводки вне помещений и в помещениях;

– новые сетевые решения для удовлетворения потребностей "умных" городов, например технологии волокна для объектов физической инфраструктуры "умного" города, таких как "умные" осветительные столбы;

– объекты оптической физической инфраструктуры для сетей транзитного/периферийного трафика для новых разрабатываемых приложений, например присоединение центров обработки данных, передовые услуги подвижной связи, "умное" производство и т. д.;

– пересмотр существующих Рекомендаций, при необходимости.

Информация о текущем состоянии работы по этому Вопросу содержится в программе работы ИК15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

### G.4 Относящиеся к Вопросу

Рекомендации:

– МСЭ-T серии L и серии G.65x

Вопросы:

– 1/15, 2/15, 5/15 и 6/15

Исследовательские комиссии:

– 5-я Исследовательская комиссия

– 20-я Исследовательская комиссия

– ИК МСЭ-R

− МСЭ-D

Другие органы:

– ПК 86А МЭК

– ПК 86В МЭК

– ПК 86С МЭК

– ТК86/РГ4 МЭК

– Совет FTTH

– Форум по широкополосному доступу

− ТК 86BXA CENELEC

Вопрос 8/15

Характеристики подводных волоконно-оптических кабельных систем

(Продолжение Вопроса 8/15)

### H.1 Обоснование

Пропускная способность передачи в каждой стране и/или между странами стремительно растет благодаря развитию в глобальном масштабе услуг интернета. Системы подводных волоконно-оптических кабелей, являющиеся сердцевиной глобальных сетей, затронуты таким ростом пропускной способности. Возможность установления соединений в такой цельной глобальной сети становится как никогда важной для операторов электросвязи и поставщиков услуг. Наряду с этим возможность функционирования в среде с участием нескольких поставщиков стала важной для экономически эффективного построения и модернизации систем. Системы подводных волоконно-оптических кабелей включают два типа систем – системы без повторителей и системы с повторителями. Подводные кабельные системы без повторителей используются для расширений сети (например, для соединения с островами, находящимися на очень небольшом расстоянии от берега) ввиду низких затрат на монтаж и OAM. Подводные кабельные системы с повторителями применяются для передачи на большие расстояния (например, для соединения разных континентов через океаны) путем введения линейных оптических усилителей.

К сфере охвата настоящего Вопроса относятся следующие области стандартизации:

– спецификации оконечного оборудования и подводных волоконно-оптических кабелей в системах подводных волоконно-оптических кабелей с повторителями с различными оптическими усилителями, например усилителями на волокне, легированном эрбием (EDFA), и рамановскими усилителями;

– спецификации оконечного оборудования и подводных волоконно-оптических кабелей в системах подводных волоконно-оптических кабелей без повторителей, включая системы с усилителями мощности, предусилителями и/или оптическими усилителями с удаленной накачкой;

– спецификации оптических интерфейсов и параметров интерфейсов для поддержки продольной/поперечной совместимости подводных систем с повторителями/без повторителей;

– спецификации методов тестирования, относящиеся к оконечному оборудованию, подводным волоконно-оптическим кабелям (включая приспособленные к морским условиям наземные кабели) и другому оборудованию, которое применяется в подводных кабельных системах;

– спецификации упреждающей коррекции ошибок (FEC) для систем подводных волоконно-оптических кабелей;

− спецификации систем контроля для систем подводных волоконно-оптических кабелей.

Следующие основные Рекомендации, действующие на момент утверждения настоящего Вопроса, входят в его сферу охвата: G.971, G.972, G.973, G.973.1, G.973.2, G.974, G.975, G.975.1, G.976, G.977, G.978, G.979, L.430, L.431, L.432, L.433 и L.434. Следующее Добавление также входит в сферу охвата этого вопроса: Добавление 41 к серии G.

### H.2 Вопрос

− К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

• Какие поправки следует внести в Рекомендации G.971, G.972, G.973, G.973.1, G.973.2, G.975.1, G.976, G.977, G.978 и G.979 в отношении технико-экономических аспектов?

• Какие новые методы передачи следует рекомендовать для увеличения пропускной способности систем подводных волоконно-оптических кабелей?

• Какие новые компоненты и подсистемы (волокно, компонент и т. д.) следует использовать для увеличения пропускной способности и надежности системы?

• Каковы необходимые новые методы тестирования подводных кабельных систем?

• Какие механизмы механической защиты и системной защиты следует рекомендовать для подводных кабельных систем с высокой пропускной способностью для улучшения надежности/готовности систем?

• Какое объединение наземных и подводных систем следует рекомендовать в целях реализации эффективной сетевой системы?

• Какие виды оптических подводных систем следует стандартизировать для обеспечения продольной/поперечной совместимости?

• Какие виды оптического волокна и/или кабелей необходимы в качестве линии передачи для систем подводных волоконно-оптических кабелей в целях обеспечения увеличения пропускной способности и расстояния передачи?

• Какие виды оптической подводной системы следует рекомендовать для кабеля с увеличенным количеством волокон при соблюдении ограничений по питанию через кабель для повторителей.

• Какие виды оптического волокна и/или кабеля необходимы для систем подводных волоконно-оптических кабелей, для того чтобы увеличить пространство внутри кабеля для поддержки большей пропускной способности или для обеспечения рентабельного развертывания кабельной системы?

• Какие доработки существующих опубликованных Рекомендаций возможно осуществить для обеспечения дельнейшего снижения потребления энергии системами подводных волоконно-оптических кабелей?

• Какие виды технологий следует рекомендовать для обеспечения эффективного сетевого технического обслуживания и эксплуатации подводных кабельных систем?

• Какие необходимы новые Рекомендации для обеспечения функциональной совместимости подводных аспектов сетей с программируемыми параметрами в отношении стандартных системных параметров и критериев принятия?

• Какие необходимы новые Рекомендации для обеспечения использования подводных кабелей и систем для мониторинга океана и климата, а также предупреждения о бедствиях?

• Какие требуются новые Рекомендации?

− К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

• характеристики передачи систем подводных волоконно-оптических кабелей;

• характеристики интерфейсов систем подводных волоконно-оптических кабелей;

• механические характеристики подводной части систем подводных волоконно-оптических кабелей;

• методы тестирования;

• развитие подводных систем в направлении более высоких скоростей передачи данных, включая явления хроматической дисперсии, поляризационной модовой дисперсии и нелинейностей оптических волокон;

• принятие методов мультиплексирования/демультиплексирования с разделением по длине волны;

• внедрение других типов волоконных усилителей, рамановских усилителей, распределенных рамановских усилителей или полупроводниковых усилителей, работающих на различной длине волны;

• гибкость для обеспечения возможности частичных обновлений сети;

• повторители с оптическими усилителями;

• использование устройств ответвления в подводных сетях;

• новые спецификации и методы тестирования подводных систем в соответствии с задачей обеспечения продольной/поперечной совместимости;

• подводные системы с более высокими скоростями передачи данных – выше 100 Гбит/с, включая явления хроматической дисперсии, поляризационной модовой дисперсии и нелинейностей оптических волокон;

• новые методы компенсации дисперсии, включая линии передачи с управлением дисперсией, неуправляемые линии передачи и/или гибридные линии передачи, для высокоскоростных систем подводных волоконно-оптических кабелей;

• усовершенствованные виды FEC для высокоскоростных подводных систем с DWDM;

• новые типы усилителей, работающих в различных диапазонах длины волн;

• готовность и надежность;

• проектирование, эксплуатация и техническое обслуживание;

• совместимость интерфейсов подводных и наземных систем;

• интегрированные наземно-подводные сети;

• механизмы механической защиты и защиты на уровне системы;

• процедуры ремонта систем и кабелей;

• использование подводных систем для морского контроля;

• параметры пуско-наладочных работ по не зависящему от оконечного оборудования подводному кабелю.

### H.3 Задачи

К числу задач, наряду с прочими, относятся следующие:

– пересмотр, при необходимости, Рекомендаций G.971, G.972, G.973, G.973.1, G.973.2, G.975.1, G.976, G.977, G.978, G.979, L.430, L.431, L.432, L.433 и L.434;

– обновление, при необходимости, текста Добавления 41 к серии G;

– обновление данных о кабельных судах и погружном оборудовании (при необходимости);

– разработка дополнительных Рекомендаций, в зависимости от результатов работы по вышеупомянутым пунктам исследования.

Информация о текущем состоянии работы по этому Вопросу содержится в программе работы ИК15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

### H.4 Относящиеся к Вопросу

Рекомендации:

– Серия G.65x, серия G.66x, серия G.69x и серия G.95x

Вопросы:

– 5/15, 6/15 и 11/15

Исследовательские комиссии:

– Отсутствуют.

Другие органы:

− ОЦГ МСЭ/ВМО/МОК ЮНЕСКО

– ПК 86A МЭК

– ПК 86С МЭК

Вопрос 10/15

Спецификации интерфейсов, взаимодействия, OAM, защиты и оборудования для транспортных пакетных сетей

(Продолжение Вопроса 10/15)

### I.1 Обоснование

Продолжающийся бурный рост интернета и стандартизация скоростей Ethernet выше 400 Гбит/с, стандартизация дополнительных скоростей Ethernet ниже 100 Гбит/с, реализация другого трафика на базе передачи пакетов и диапазон логических интерфейсов, обеспечиваемых FlexE, которые могут соответствовать или не соответствовать какой-либо существующей скорости Ethernet уровня PHY, являются ключевыми движущими силами развития пакетных транспортных сетей. Для обеспечения поддержания в пакетных транспортных сетях показателей работы операторского класса, необходимо непрерывное развитие методов сетевой защиты и обновление соответствующих Рекомендаций. Транспортные сети с коммутацией пакетов должны также и далее обеспечивать возможности эксплуатации, управления и технического обслуживания (ОАМ), которые необходимы для достижения показателей работы операторского класса. Ожидается, что такие сети будут поддерживать все более широкий диапазон услуг высокой надежности и высокого качества, для которых также потребуются эффективные контроль и управление. Эти факторы будут обусловливать необходимость пересмотра существующих Рекомендаций, а также разработку новых Рекомендаций для транспортных интерфейсов и оборудования с коммутацией пакетов.

В рамках сферы охвата данного Вопроса будут разрабатываться Рекомендации, с тем чтобы обеспечить спецификации базирующегося на передаче пакетов оборудования, механизмов ОАМ, механизмов защитной коммутации, сетевых интерфейсов, услуг и взаимодействия доменов в пакетных транспортных сетях. Эта деятельность будет осуществляться в тесном сотрудничестве с соответствующими исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, IEEE, Форумом Metro Ethernet, IETF и другими ОРС, при необходимости.

Может потребоваться доработка существующих Рекомендаций, с тем чтобы учесть парадигмы контроля и управления транспортными сетями, реализуемые в автоматически коммутируемой оптической сети (ASON) и SDN.

Сфера охвата настоящего Вопроса включает следующие спецификации:

– спецификация функций оборудования, касающихся сетей уровня пакетов, включая функции оборудования, которые относятся к сетям доступа;

– спецификация функций оборудования для транспортирования трафика передачи данных/пакетов (например, Ethernet, IP, ATM, MPLS, MPLS-TP, трафика центра обработки данных);

– спецификация механизмов энергосбережения для оборудования пакетных транспортных сетей в более широком контексте ИКТ (информационно-коммуникационных технологий);

– спецификация структур и методов ОАМ транспортирования пакетов;

– спецификации всех процессов защитной коммутации, касающихся пакетных транспортных сетей;

– спецификация характеристик сетевых интерфейсов для пакетных транспортных сетей;

– спецификация контроля транспортирования пакетных данных;

− спецификация основы для определения ориентированных на сети услуг Ethernet в соответствии с потребностями отрасли.

В сферу охвата настоящего Вопроса входят также Рекомендации, касающиеся технологий транспортирования пакетов, которые используются в среде доступа и не охвачены другими Вопросами ИК15 МСЭ-Т.

Следующие основные Рекомендации, действующие на момент утверждения настоящего Вопроса, входят в его сферу охвата:

– G.8001/Y.1354, G.8011/Y.1307, G.8012/Y.1308, G.8012.1/Y.1308.1, G.8013/Y.1731, G.8021/Y.1341, G.8021.1/Y.1341.1, G.8031/Y.1342, G.8032/Y.1344, G.8101/Y.1355, G.8112/Y.1371, G.8113.1/Y.1372.1, G.8113.2/Y.1372.2, G.8121/Y.1381, G.8121.1/G.1381.1, G.8121.2/G.1381.2, G.8131/Y.1382, G.8132/Y.1383, G.8133, I.610, I.630, Y.1710, Y.1711, Y.1712, Y.1713, Y.1714, Y.1720 и Y.1730.

### I.2 Вопрос

– К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

• Какие функции пакетных транспортных интерфейсов и оборудования должны быть определены для обеспечения наличия совместимого пакетного транспортного оборудования в городских сетях и сетях дальней связи, включая соображения по механизмам защиты и развитию оптической транспортной сети?

• Какие характеристики следует рекомендовать в отношении оборудования транспортирования трафика на базе пакетов, например Ethernet, MPLS-TP, MPLS, трафика центра обработки данных?

− К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

• Спецификации функций оборудования, необходимых для транспортирования трафика на основе пакетов, такого как услуги Ethernet, MPLS-TP трафика центра обработки данных.

• Требуемые доработки Рекомендаций, касающихся пакетного транспортного оборудования и сетевой защиты, с тем чтобы удовлетворить потребности, включая поддержку восстановления после бедствий:

− сетей доступа;

− сетей центров обработки данных;

− облачных вычислений;

− сетей подвижной связи, включая IMT-2020/5G;

− клиентов CBR;

− будущих сетей.

• Рекомендации по сетевой защите для предоставления расширенных возможностей обеспечения живучести.

• Разъяснение и решение технических вопросов в опубликованных Рекомендациях и проектах Рекомендаций.

• Какие функции оборудования должны быть определены для обеспечения экономии электроэнергии в пакетных транспортных сетях?

• Разъяснение требований и механизмов OAM для пакетных транспортных сетей. Это включает исследование сквозного обеспечения OAM для повсеместно распространенных пакетных сетей. Функции OAM обеспечивают возможность обнаружения дефектов, локализации дефектов, управления топологией и управления показателями работы. Должна обеспечиваться возможность применения функций OAM к сетям на основе связи пункта с пунктом, пункта со многими пунктами и многих пунктов со многими пунктами.

• Разъяснение общих принципов OAM для ориентированных на соединение сетей с коммутацией пакетов и без установления соединения сетей с коммутацией пакетов.

• Разъяснение общих принципов OAM в рамках взаимодействия различных сетевых технологий. Это включает сценарии взаимодействия сетей и сценарии взаимодействия услуг.

• Продолжение работы по Рекомендации G.8021/Y.1341, касающейся оборудования транспортных сетей Ethernet, в сотрудничестве с IEEE и MEF.

• Продолжение работы по Рекомендации G.8013/Y.1731, касающейся вопросов OAM транспортных сетей Ethernet, в сотрудничестве с IEEE и MEF.

• Продолжение работы по Рекомендациям, касающимся вопросов OAM MPLS-TP, в сотрудничестве с IETF.

• Продолжение работы по Рекомендациям, касающимся услуг Ethernet и сетевых интерфейсов, в сотрудничестве с MEF.

### I.3 Задачи

К числу задач, наряду с прочими, относятся следующие:

– доработка и совершенствование существующих Рекомендаций по характеристикам функциональных блоков оборудования пакетной транспортной сети (G.8021/Y.1341, G.8021.1/Y.1341.1, G.8121/Y.1381, G.8121.1/G.1381.1, G.8121.2/G.1381.2);

– доработка и совершенствование существующих Рекомендаций по механизмам ОАМ для пакетных транспортных сетей (G.8013/Y.1731, G.8113.1/Y.1371.1, G.8113.2/Y.1371.2);

– подготовка Рекомендаций, касающихся механизмов OAM, включая функции локализации дефектов и функции измерения показателей работы;

− доработка и совершенствование Рекомендаций по линейной и кольцевой защитной коммутации для пакетных технологий;

– дальнейшая разработка характеристик услуг Ethernet (G.8011/Y.1307).

– дальнейшая разработка спецификаций интерфейсов пакетной транспортной сети (G.8012/Y.1308, G.8112/Y.1371).

Информация о текущем состоянии работы по этому Вопросу содержится в программе работы ИК15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

### I.4 Относящиеся к Вопросу

Рекомендации:

– G.800, G.805, G.806, G.808, G.808.1, G.808.2, G.808.3, G.809, G.872, G.8010, G.8023, G.8051, G.8052, G.8052.1, G.8052.2, G.8110.1, G.8151, G.8152, G.8152.1, G.8152.2, G.7710, G.7711

Вопросы:

– 4/15, 11/15, 12/15, 13/15 и 14/15

Исследовательские комиссии:

– ИК2 МСЭ-Т, ответственная по эксплуатационным аспектам

– ИК12 МСЭ-Т, ответственная по вопросам, связанным с показателями работы Ethernet и MPLS, QoS и QoE

– ИК13 МСЭ-Т, ответственная по вопросам, связанным с будущими сетями, с особым акцентом на IMT 2020, облачные вычисления и доверенные сетевые инфраструктуры

Другие органы:

– Форум MEF, вопросы услуг Ethernet и сетевых интерфейсов

– IEEE 802.1, 802.3 по Ethernet

– IETF, рабочие группы по OAM, транспорту MPLS, транспорту PW

– Форум по широкополосному доступу, вопросы Ethernet и MPLS

− Форум OIF, вопросы Flex Ethernet

Вопрос 11/15

Структуры сигнала, интерфейсы, функции оборудования, защита и взаимодействие для оптических транспортных сетей

(Продолжение Вопроса 11/15)

### J.1 Обоснование

Бурный рост трафика интернета и другого пакетного трафика, включая возможности установления соединений для центров обработки данных, беспроводные сети, такие как IMT-2020/5G, и новые форматы видео высокой четкости являются ключевыми движущими силами разработки стандартов, связанных с новым оборудованием транспортных сетей и интерфейсами сетевых узлов (NNI), для оптических сетей. Этот стремительно растущий трафик будет обеспечиваться ожидающейся стандартизацией новых интерфейсов Ethernet для скоростей выше 400 Гбит/с, в том числе рядом логических интерфейсов, предлагаемых FlexE. Наряду с этим разработка спецификаций оптической транспортной сети (ОТС) обеспечивает возможность существенного увеличения ширины полосы и, следовательно, пропускной способности в отношении трафика оптических сетей. Кроме того, ODUflex позволили обеспечивать эффективное транспортирование трафика данных по ОТС и гибким интерфейсам ОТС с FlexO и более эффективное использование физических интерфейсов для абонентов с более высокими скоростями передачи. Транспортные сети с коммутацией каналов должны также и далее обеспечивать возможности эксплуатации, управления и технического обслуживания (ОАМ), которые необходимы для достижения показателей работы операторского класса. Кроме того, возрастающую проблему представляет собой информационная безопасность, и необходимо совершенствовать транспортные сети для поддержки потребностей в этом аспекте. С тем чтобы обеспечить поддержание в транспортных сетях с коммутацией каналов, базирующихся на этих новых технологиях, показателей работы операторского класса, необходимо непрерывное развитие методов сетевой защиты и обновление соответствующих Рекомендаций. Эти и другие расширенные возможности, а также необходимость поддержки любых новых возможностей управления обусловили потребность в пересмотре существующих Рекомендаций, касающихся оборудования, а также разработки новых Рекомендаций для транспортного оборудования. Расширяющееся использование технологий ОТС для более широкого набора приложений обусловила требование поддержки новых сигналов абонента, включая интерфейсы высокоскоростного Ethernet, сетевой системы хранения данных (SAN) (например, потоки по волоконно-оптическому каналу), а также более тонкое деление на каналы. Планируется проведение дальнейшей работы по доработке Рекомендаций по ОТС для переноса сигналов интерфейсов будущего Ethernet и других абонентов передачи данных. Планируется также дальнейшая работа по определению новых транспортных технологий применительно к IMT-2020/5G.

Сфера охвата настоящего Вопроса включает следующие спецификации:

– спецификация структур сигналов транспортирования (включая любые коды с упреждающей коррекцией ошибок, используемые с этими структурами сигналов), таких как ОТС (включая SyncO и FlexO) и городская транспортная сеть (MTN);

– спецификация адаптаций клиентских сигналов в транспортные уровни серверов;

– спецификация характеристик интерфейсов для транспортирования и контроля сигналов абонента;

– спецификация всех процессов защитной коммутации, относящихся к сетям ОТС и MTN;

– спецификация всех функций оборудования, контроля, связанных с сетями уровня ОТС и MTN, включая функции оборудования, которые относятся к сетям доступа.

– спецификация основных параметров передачи и определение воздействия различных видов ухудшения передачи. Это включает требуемые показатели качества по ошибкам передачи и готовности, а также методы распределения для эффективного проектирования цифровых сетей и связанного с ними оборудования передачи;

– спецификация параметров живучести и разработка стратегии для многодоменного и/или многоуровневого взаимодействия в целях обеспечения живучести (включая такое взаимодействие, когда на различных уровнях используются различные технологии транспортирования);

− изучение требований для периферийного/транзитного трафика в транспортных сетях подвижной связи IMT-2020/5G;

– исследование механизмов энергосбережения для оборудования транспортных сетей в более широком контексте ИКТ (информационно-коммуникационных технологий);

– исследование путей совершенствования транспортных сетей для обеспечения безопасности.

Следующие основные Рекомендации, действующие на момент утверждения настоящего Вопроса, входят в его сферу охвата: G.703, G.704, G.707/Y.1322, G.709/Y.1331, G.709.1/Y.1331.1, G.709.2/Y.1331.2, G.709.3/Y.1331.3, G.709.4, G.7041/Y.1303, G.7042/Y.1305, G.7043/Y.1343, G.7044/Y.1347, G.8023, G.8040/Y.1340, X.85/Y.1321, X.86/Y.1323, G.705, G.783, G.798, G.798.1, G.806, G.808, G.808.1, G.808.2, G.808.3, G.841, G.842, G.873.1, G.873.2, G.873.3, G.821, G.826, G.827, G.828, G.829, G.8201 и G.8312.

### J.2 Вопрос

− К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

• Какие доработки существующих Рекомендаций, относящихся к NNI, следует осуществить, и какие новые Рекомендации должны быть разработаны:

− для сетей, использующих оптическую транспортную сеть (ОТС) в целях обеспечения поддержки новых абонентов Ethernet;

− для обеспечения скоростей передачи по интерфейсам ОТС выше 400 Гбит/с для передачи по одному или нескольким интерфейсам длины волны;

− для обеспечения скоростей передачи по интерфейсам ОТС по оптическим линиям 100 Гбит/с в интерфейсах 100G, 200G, 400G и (в будущем) B400G FlexO;

− для ОТС и MTN с целью поддержки радиосетей периферийного/транзитного трафика в соответствии с подвижной связью IMT-2020/5G, виртуализацией сетей, видео высокой четкости (4K и т. д.);

− для отражения дополнительных приложений транспортной сети и сценариев сетевого взаимодействия;

− в отношении сетей, оптимизированных для транспортирования пакетных данных;

− для транспортирования по WAN гибкого Ethernet (FlexE) Форума по взаимодействию оптических сетей посредством ОТС для обеспечения возможности установления соединений для центров обработки данных и других приложений?

• Разъяснение общих принципов OAM для сетей с коммутацией каналов.

• Разъяснение общих принципов OAM в рамках взаимодействия различных сетевых технологий. Это включает сценарии взаимодействия сетей и сценарии взаимодействия услуг.

• Какие дополнительные механизмы защиты для транспортного оборудования следует рекомендовать для предоставления расширенных возможностей обеспечения живучести и связующей стратегии взаимодействия для обеспечения многодоменной и/или многоуровневой живучести?

− Рекомендации по сетевой защите для предоставления расширенных возможностей обеспечения живучести и связующей стратегии взаимодействия для обеспечения многоуровневой живучести.

− Требуемые доработки Рекомендаций по сетевой защите, с тем чтобы удовлетворить потребности, включая поддержку восстановления после бедствий:

• сетей доступа;

• сетей центров обработки данных;

• облачных вычислений;

• сетей подвижной связи, включая IMT-2020/5G;

• будущих сетей.

• Какие функции транспортного оборудования должны быть определены для обеспечения наличия совместимого транспортного оборудования в сетях межстанционной связи и сетях дальней связи, включая эволюцию в направлении оптических транспортных сетей?

• Какие параметры и показатели качества по ошибкам передачи необходимо рекомендовать?

• Какие доработки существующих Рекомендаций, касающихся функций оборудования следует осуществить или какие новые Рекомендации необходимо разработать для удовлетворения потребностей, в том числе синхронизации:

− сетей центров обработки данных;

− облачных вычислений;

− сетей подвижной связи, включая IMT-2020/5G;

− будущих сетей.

• Что должно быть определено для описания новых транспортных сетей при обеспечении поперечной совместимости и взаимодействия с ранее определенными технологиями?

• Какие доработки существующих Рекомендаций требуются для обеспечения прямого или косвенного энергосбережения в сфере информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и в других областях? Какие доработки или разработка каких новых Рекомендаций требуются для обеспечения такого энергосбережения?

• Какие новые Рекомендации или доработки существующих Рекомендаций требуются для обеспечения защищенных транспортных сетей?

### J.3 Задачи

К числу задач, наряду с прочими, относятся следующие:

– разработка соответствующих Рекомендаций, относящихся к транспортированию IMT‑2020/5G (в том числе G.8312, G.8321 и G.8331);

– доработка соответствующих Рекомендаций по транспортным сетям (в том числе G.709, G.709.x, G.798 и G.8023) для увеличения пропускной способности транспортирования в сети и обеспечения поддержки услуг Ethernet со скоростью более 400 Гбит/с;

− доработка Рекомендаций по транспортным сетям для обеспечения приложений доступа, в том числе приложений периферийного/транзитного радиотрафика подвижной связи IMT‑2020/5G;

– доработки механизмов защиты OTN;

– разъяснение взаимосвязи функции обеспечения живучести транспортирования на основе коммутации каналов и функции обеспечения живучести на других уровнях или в других технологиях транспортирования (например, СЦИ, ОТС и т. д.);

– разъяснение взаимосвязи различных схем защиты в пределах сети уровня (например, взаимодействие линейной и кольцевой защиты);

– поддержание, ведение и обновление при необходимости Рекомендаций G.821, G.826, G.827, G.828, G.829 и G.8201 по показателям качества по ошибкам;

– поддержание, ведение и обновление при необходимости Рекомендаций по PDH, СЦИ, ОТС, FlexO и LAPS;

– поддержание, ведение и обновление при необходимости Рекомендаций, касающихся GFP, LCAS и HAO;

– разработка новой Рекомендации по G.osu;

– дальнейшая разработка Рекомендации по интерфейсам ОТС (включая выбор новых кодов с упреждающей коррекцией ошибок на основе потребностей возникающих приложений).

Информация о текущем состоянии работы по этому Вопросу содержится в программе работы ИК15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

### J.4 Относящиеся к Вопросу

Рекомендации:

– G.693, G.694, G.695, G.698.x, G.784, G.800, G.805, G.807, G.825, G.872, G.874, G.957, G.959.1, G.993.x, G.7710, G.7712, G.8010, G.8021, G.8080, G.8110, G.8110.1, G.8121, G.8251, G.8261, G.8262, G.8264, G.8310 и G.8350

Вопросы:

− 2/15, 4/15, 6/15, 10/15, 12/15, 13/15 и 14/15

Исследовательские комиссии:

– ИК2 МСЭ-Т по техническому обслуживанию сетей

− ИК13 МСЭ-Т, ответственная по вопросам, связанным с будущими сетями, с особым акцентом на IMT 2020, облачные вычисления и доверенные сетевые инфраструктуры

– ИК17 МСЭ-Т по вопросам безопасности

Другие органы:

– Форум MEF, вопросы услуг Ethernet и интерфейсов Ethernet, Layer 1 services

– Рабочая группа IEEE 802.1, 802.3 по вопросам Ethernet

– T11 по вопросам транспортирования потоков сети SAN

− Форум по взаимодействию оптических сетей (OIF), вопросам гибкого Ethernet (FlexE) и оптических интерфейсов, использующих форматы кадров FlexO

− Форум по широкополосному доступу (BBF)

Вопрос 12/15

Архитектуры транспортных сетей

(Продолжение Вопроса 12/15)

### K.1 Обоснование

Приняты и широко применяются Рекомендации по архитектуре транспортных сетей (G.800, G.805, G.807 и G.809) и Рекомендации по архитектуре сетей, зависящей от технологии (G.803, G.872, G.8310, G.8010, G.8110, G.8110.1 и I.326). Учитывая, что накоплен опыт эксплуатации при использовании существующих технологий транспортных сетей и развиваются новые технологии (например, пакеты изменяемого размера, высокоскоростные транспортные сети), необходимо разрабатывать новые Рекомендации или дорабатывать существующие Рекомендации в тесной увязке с деятельностью по разработке стандартов в области систем и оборудования транспортных сетей. Большее значение приобретают эксплуатационные аспекты сетей, включая использование ASON или SDN для восстановления. Эксплуатационные аспекты оптических сетей с сочетанием коммутации пакетов и коммутации каналов следует рассматривать таким образом, который был бы разумным с позиций архитектуры и сводил к минимуму различия в подходах.

Создание сетей с программируемыми параметрами (SDN) представляет собой архитектурный подход к управлению ресурсами транспортных сетей. Эту архитектуру следует понимать в контексте континуума контроля управления, который включает архитектуру автоматически коммутируемых оптических сетей (G.7703). Требуют изучения общие черты и различия с существующими архитектурами применительно к различным уровням транспортирования. Необходимо изучить требования к усовершенствованным интерфейсам управления с транспортными сетями и в транспортных сетях, например для поддержки нарезки сетей. Необходимы интерфейсы для конфигурирования программируемого аппаратного обеспечения и управления им. Необходимы интерфейсы, которые давали бы абонентам возможность запрашивать сетевые услуги, помимо базовой возможности установления соединений.

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО) – новые технологии, которые могут быть полезны для операторов транспортных сетей благодаря повышению степени автоматизации, эксплуатационной эффективности и гибкости работы транспортной сети и использования ресурсов. Работа в области ИИ/МО проводится во многих других организациях, с которыми мы сотрудничаем, и мы должны предоставить анализ и руководство по применимости ИИ/МО в транспортной сети для использования в ИК15 и других организациях. Эта работа включает два в целом разных аспекта: потенциальные выгоды, которые технологии ИИ/МО могут обеспечить для транспортной сети, и поддержка (то есть интерфейсы), которая может потребоваться этим приложениям от транспортной сети.

По мере развития вычислительных возможностей и возможностей хранения эти аспекты могут влиять на сетевую архитектуру, и это влияние следует изучить (к примеру, распределенный контроллер SDN, возможности установления соединений для центров обработки данных, использование вычислительного оборудования для гибкого предоставления сетевых функций, таких как переадресация и адаптация).

Непрерывное развитие транспортных сетей и поддерживаемых ими услуг, таких как интернет, IMT‑2020/5G, услуги на базе центров обработки данных и видео более высокой четкости, привело к коренным изменениям требований, предъявляемых к транспортным сетям. Услуги, поддерживаемые транспортной сетью, критически важны для современного общества. Безопасность транспортной сети, как ключевого компонента инфраструктуры общества, составляет важнейший аспект. Для удовлетворения этих меняющихся требований и обеспечения конвергированной транспортной сети необходима постоянная эволюция транспортных сетей. Такое стремительное изменение ситуации привело нас к признанию потребности в координации и взаимосвязи деятельности в рамках соответствующих Вопросов (прежде всего, между Вопросами 2, 6, 7, 10, 11, 12, 13 и 14/15) во избежание дублирования усилий и для содействия наиболее эффективному выполнению работы. Наряду с этим необходимо вести план работы по стандартизации для новых видов деятельности в области оптических транспортных сетей (план работы по стандартизации сетей и технологий оптического транспортирования (OTNT SWP)). Кроме того, необходимо учитывать ряд общих аспектов, например, терминологию.

Следующие основные Рекомендации, действующие на момент утверждения настоящего Вопроса, входят в его сферу охвата: G.800, G.803, G.805, G.809, G.807, G.872, G.8310, G.7701, G.7702, G.7703, G.8010/Y.1306, G.8110/Y.1370, G.8110.1/Y.1370.1 и I.326.

### K.2 Вопрос

− К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

• уточнения и улучшения спецификации архитектуры транспортной сети, включая доработку Рекомендаций G.800, G.872, G.8310, G.7701, G.7702, G.7703, G.8010, G.8110 и G.8110.1, в том числе использование ASON или SDN для восстановления сетей, эксплуатационные аспекты и последствия развития фотонных технологий для поддержки дополнительной гибкости в транспортной сети;

• исследование архитектур, в которых используются компоненты G.7701;

• исследование взаимосвязи архитектуры транспортной сети и приложений, таких как вычисления и хранение;

• исследование взаимосвязи между архитектурой систем управления и контроля (МС) и развивающейся средой вычислений и хранения данных;

• исследование последствий интеграции нескольких технологий и нескольких уровней, возможности упрощения сети и последующее воздействие на архитектуру сети и существующие стандарты;

• разработка архитектуры сетей среды передачи по мере развития способа их использования уровнями информации;

• изучение взаимосвязи функциональных архитектур, разработанных в рамках Вопроса 12/15, и информационных моделей, разработанных в рамках Вопроса 14/15;

• изучение усовершенствований архитектуры транспортных сетей для удовлетворения появляющихся потребностей IMT-2020;

• определение требований к усовершенствованным интерфейсам управления с транспортными сетями и в транспортных сетях. Рассмотрение влияния ИИ и МО на эти интерфейсы. Например, требуются ли новые параметры существующих интерфейсов для поддержки приложений ИИ/МО; требуются ли новые интерфейсы для их поддержки;

• что именно следует изменить (если таковое существует) на уровне архитектуры, для того чтобы обеспечить возможность использования приложений ИИ/МО в работе транспортных сетей;

• определение интерфейсов, которые давали бы абонентам возможность запрашивать сетевые услуги, помимо базовой возможности установления соединений;

• отражение синхронизации (изучаемой в рамках Вопроса 13/15) в Рекомендациях по архитектуре;

• архитектура для поддержки взаимодействия управления транспортной сетью и управления сетью IMT-2020/5G;

• изучение аспектов безопасности компонентов контроля архитектуры контроля и управления транспортной сети;

• аспекты безопасности управления и контроля, а также приложения, в которых они используются, включая аспекты распределения ресурсов.

− К числу определенных для исследования вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

• транспортные сети, обеспечивающие возможности коммутации каналов, включая технологию фотонной коммутации;

• транспортные сети, обеспечивающие возможности коммутации пакетов;

• конвергированные транспортные сети с несколькими технологиями и несколькими уровнями;

• архитектура медиасети и новые способы обеспечения уровней информации в среде передачи;

• поддержка услуг транспортирования на основе связи пункта со многими пунктами и многих пунктов со многими пунктами;

• динамические режимы ресурсов в сети (например, изменение скорости в канале);

• архитектурный подход к созданию SDN и его роль в обеспечении более гибкого контроля;

• последствия для архитектуры, если таковые имеются, обеспечения поддержки использования технологии ИИ/МО для эксплуатационных улучшений транспортной сети, за исключением разработки алгоритма ИИ/МО;

• использование ASON или SDN для восстановления сетей;

• какие улучшения OTNT SWP или какая(ие) новая(ые) Рекомендация(и) или механизмы необходимы для сбора информации в рамках данной структуры о новых или изменяющихся аспектах оптических транспортных сетей, относящейся к ним общей терминологии и характеристиках надежности/готовности?

### K.3 Задачи

К числу задач, наряду с прочими, относятся следующие:

− поддержание и ведение Рекомендаций I.326, G.803, G.805, G.8010, G.8110 и G.8110;

− уточнение и доработка Рекомендаций G.800, G.807, G.8310, G.872, G.7701, G.7702 и G.7703;

− изучение использования ASON или SDN для восстановления сетей и разъяснение взаимосвязи между методами защитной коммутации и восстановления;

– использование ИИ и МО в траснспортной сети;

− содействие проведению на собраниях ИК15 обсуждений работающими по Вопросам группами в целях координации работы по оптическому транспорту, в том числе в целях согласования терминологии;

− развитие, ведение и регулярное распространение рабочего плана, в котором документально отражены работа и графики по всем основным новым направлениям деятельности в области оптических транспортных сетей (OTNT SWP).

– изучение применения существующих Рекомендаций ИК17 по безопасности для транспортных сетей с особым акцентом на архитектурных аспектах;

– содействие обсуждению вопросов в ходе собраний ИК15 для координации работы по безопасности;

– исследование взаимосвязи между архитектурой систем МС и развивающейся средой вычислений и хранения данных.

Информация о текущем состоянии работы по этому Вопросу содержится в программе работы ИК15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

### K.4 Относящиеся к Вопросу

Рекомендации:

– Рекомендации по применению ИИ и МО (например, Y.3172)

Вопросы:

– 2/15, 6/15, 10/15, 11/15, 13/15 и 14/15

Исследовательские комиссии:

– ИК2 МСЭ-Т по вопросам управления электросвязью

– ИК13 МСЭ-Т, работающая в области SDN, ИИ и МО, а также IMT-2020/5G

– JCA-IMT-2020 по 5G

− ИК20 МСЭ-T по вопросу требований к IoT

− ИК17 МСЭ-Т

Другие органы:

– IETF, по вопросам плоскости управления и безопасности

– Рабочая группа 802 IEEE по вопросам Ethernet

– Форум OIF, по вопросам плоскости управления оптической сетью FlexEthernet

− ONF, по SDN

− ISG ЕТСИ, по NFV, ISG ENI, ISG SAI

– 3GPP, по IMT-2020/5G

– BBF, по IMT-2020/5G

Вопрос 13/15

Показатели синхронизации сетей и распределения сигналов времени

(Продолжение Вопроса 13/15)

### L.1 Обоснование

Спецификация показателей синхронизации сетей необходима для успешного функционирования цифровых сетей передачи, включая поддержку, например, сетей подвижной связи. Стандарты показателей сетевой синхронизации сетей необходимы для определения возможности и наиболее эффективных средств реализации услуги распределения опорных синхросигналов. Сюда относится распределение как точного времени, так и частоты.

Необходимо на постоянной основе исследовать вопросы синхронизации в пакетных сетях и новых сетях с использованием TDM.

Необходимо продолжать изучение требований к соответствующим функциям OAM и управления.

Следует учитывать требования новых сетевых архитектур и приложений (например, связанных с IoT, IMT‑2020/5G, развитием IMT‑2020/5G, новыми разрабатываемыми приложениями, для которых может потребоваться точная синхронизация, таких как поддержка усовершенствованных решений по обеспечению безопасности и т. д.). Возможно, потребуется учитывать новые приложения с особенно жесткими требованиями к синхронизации (например, приложения, связанные с квантовым распределением ключей (QKD)).

Необходимо рассматривать устойчивые и надежные решения сетевой синхронизации (например, применительно к резервному копированию Глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС)).

Возрастает потребность в обеспечении синхронизации для поддержки потребностей других отраслей (например, промышленной автоматизации), которые могут использовать решения по транспортировке и синхронизации, определенные данной Исследовательской группой. Также следует изучить воздействие SDN/NFV на сети синхронизации. Следует изучить усовершенствования, основанные на использовании искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) и направленные на их реализацию.

Следует рассматривать достижения в технологиях, относящихся к сетевой синхронизации.

Постоянно вводятся новые технологии, услуги и средства передачи. Необходимо, чтобы установка, подготовка к эксплуатации, ввод в строй и обслуживание линий связи между операторами осуществлялись эффективным образом. При установке, подготовке к эксплуатации, вводе в строй и техническом обслуживании оборудования и сетей электросвязи необходимо оборудование для проведения тестирования и измерений. Измерение одного и того же параметра, выполненное с помощью различных измерительных приборов, должно обеспечивать надежные, повторяемые и сопоставимые результаты. Необходимо постоянно пересматривать спецификации оборудования для проведения тестирования, с тем чтобы учитывать изменение технологий и достижения в измерении фазового дрожания, дрейфа и точного времени.

Следующие основные Рекомендации, действующие на момент утверждения настоящего Вопроса, входят в его сферу охвата:

− определения и архитектура: G.781, G.810, G.8260, G.8264, G.8265, G.8275;

− профили PTP: G.8265.1, G.8275.1, G.8275.2;

− показатели работы сетей: G.8251, G.822, G.823, G.824, G.825, G.8261, G.8261.1, G.8271, G.8271.1, G.8271.2;

− тактовые генераторы: G.811, G.811.1, G.812, G.813, G.8262, G.8262.1, G.8263, G.8272, G.8272.1, G.8273, G.8273.2, G.8273.3, G.8273.4;

− оборудование для проведения тестирования: O.171, O.172, O.173, O.174 и O.182;

– Добавления 65 и 68 к серии G;

– Технические отчеты: GSTR‑GNSS.

### L.2 Вопрос

− К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

• Каковы требования к фазовому дрожанию и дрейфу для будущих интерфейсов ОТС, например c поддержкой скоростей выше 100 Гбит/с?

• Какие функциональные возможности сети необходимы для предоставления услуг распределения в реальном времени опорных сигналов абсолютного истинного времени и/или фазовой синхронизации? Какие возможности сети требуются для обеспечения уровней показателей работы, необходимых для соответствия требованиям отдельного набора приложений истинного времени и/или фазовой синхронизации?

• Каким образом возможно улучшить показатели синхронизации сетей путем использования сообщений о состоянии синхронизации или других методов?

• Какие характеристики синхронизации сетей для нормального режима и ухудшенного режима следует рекомендовать в отношении сигналов услуг, переносимых по пакетным сетям? Какова зависимость от показателей синхронизации различных методов восстановления синхронизации в отношении требований к обслуживанию (например, дрожание, дрейф, ошибки по времени и др.)?

• Каким образом возможно обеспечить устойчивые и надежные решения синхронизации сетей (например, применительно к резервному копированию в ГНСС); одним из вариантов, который возможно рассмотреть, является концепция "когерентного PRTC": каким образом возможно использовать высокоточную временную синхронизацию в этом контексте для резервного копирования в ГНСС?

• Какие достижения в технологиях синхронизации (например, новые типы тактовых генераторов) следует учитывать в общих решениях по синхронизации сетей?

• Какие характеристики синхронизации сетей следует рекомендовать в отношении сигналов услуг, переносимых по пакетным сетям?

• Какие характеристики синхронизации сетей следует рекомендовать для услуг, передаваемых по сетям на основе городской транспортной сети (MTN)?

• Какие требования необходимы в отношении фазового дрожания и дрейфа для приложений беспроводных сетей (например, радиорелейных, спутниковых)?

• Аспекты синхронизации, связанные с обеспечением работы сетей подвижной связи: какие требования к синхронизации связаны с обеспечением работы сети подвижной связи (например, периферийного и транзитного трафика) и соответствующих приложений (например, LTE, LTE-A, IMT‑2020/5G))? Каковы варианты выполнения этих требований? Каким образом возможно повысить точность?

• Какие требования необходимы в отношении фазового дрожания и дрейфа для сетей доступа (например, DSL, PON, микроволновых)?

• Какие требования необходимы в отношении фазового дрожания и дрейфа при развитии ОТС и в MTN?

• Аспекты синхронизации (частота, фаза и время) пакетных сетей, например сетей Ethernet, MPLS, IP.

• Какие механизмы возможно использовать для повышения безопасности при транспортировке сигналов синхронизации?

• Аспекты синхронизации, связанные с новыми приложениями, например применительно к интернету вещей (IoT) и механизмам безопасности, которые зависят от точной синхронизации?

• Аспекты синхронизации в отношении транспортирования по спутниковым сетям.

• Каковы относящиеся к синхронизации требования в отношении функций OAM и управления?

• Каково воздействие концепций SDN/NFV на архитектуры и требования применительно к синхронизации сетей?

• Использование ИИ и МО в сетях синхронизации?

• Какие ручные и автоматические контрольно-измерительные приборы и методы оценки рабочих показателей передачи необходимо определить в МСЭ-T и каковы должны быть спецификации?

− Ниже приведены примеры контрольно-измерительных приборов и методов, которые могут быть изучены:

• измерение и оценка параметров и показателей качества по ошибкам;

• используемые при тестировании контрольно-измерительные приборы и методы, связанные с различными технологиями (например, PON, PNT ОТС, подводные системы и с поддержкой скоростей выше 100 Гбит/с);

• используемые при тестировании контрольно-измерительные приборы и методы, связанные с технологиями передачи Уровня 1 для металлических и оптических носителей, такими как доступ 1G и с поддержкой скоростей выше 100 Гбит/с;

• используемые при тестировании контрольно-измерительные приборы и методы для измерения фазового дрожания и дрейфа, связанные с различными технологиями (например, PON, ОТС, PNT и с поддержкой скоростей выше 100 Гбит/с);

• используемые при тестировании контрольно-измерительные приборы и методы, связанные с видами оптической фазовой модуляции (например, ODB, DQPSK и DP‑QPSK);

• поддержание Рекомендаций серии O в актуальном состоянии.

### L.3 Задачи

К числу задач, наряду с прочими, относятся следующие:

– продолжение разработки Рекомендаций, касающихся транспортирования частоты по пакетным сетям: серия G.826x, в том числе G.8260, G.8261, G.8261.1, G.8262, G.8262.1, G.8263, G.8264, G.8265, G.8265.1 и G.8266;

– продолжение разработки Рекомендаций, касающихся транспортирования фазы и времени по пакетным сетям: серии G.826x и G.827x, в том числе G.8260, G.8271, G.8271.1, G.8271.2, G.8272, G.8272.1, G.8273, G.8273.1, G.8273.2, G.8273.3, G.8273.4, G.8275, G.8275.1, G.8275.2;

– пересмотр и доработка соответствующих Добавлений и Технических отчетов: Добавления 65 и 68 к серии G, GSTR‑GNSS.

– пересмотр и доработка Рекомендаций G.825 и G.8251;

− поддержание, ведение и доработка серии G.81X;

– продолжение работы по транспортированию сигналов абонентов по ОТС (например, PTP и т. д.);

– рассмотрение необходимости в новой Рекомендации, касающейся приборов для измерения фазового дрожания и дрейфа в пакетных сетях (серия О), например O.175;

– рассмотрение необходимости в новой Рекомендации, касающейся приборов, используемых при тестировании на физическом уровне и связанных с видами оптической фазовой модуляции (ODB, DQPSK и DP-QPSK);

− работа по Рекомендации по функциям уровня синхронизации частоты и времени (G.781, G.781.1).

– работа по синхронизации в городской транспортной сети (G.sync-mtn).

Информация о текущем состоянии работы по этому Вопросу содержится в программе работы ИК15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

### L.4 Относящиеся к Вопросу

Рекомендации:

– Q.551, G.703, G.709, G.783, G.798, G.800, G.805, серия G.80XX, серия G.81XX, серия G.83XX

– G.783

Вопросы:

– 2/15, 3/15, 4/15, 6/15, 8/15, 10/15, 11/15, 12/15 и 14/15

Исследовательские комиссии:

– ИК2 МСЭ-Т по вопросам управления электросвязью

– ИК13 МСЭ-Т, ответственная по вопросам, связанным с будущими сетями, с особым акцентом на IMT 2020, облачные вычисления и доверенные сетевые инфраструктуры

– ИК9 МСЭ-Т по широкополосным кабельным сетям и телевидению

– ИК17 МСЭ-Т по вопросам безопасности

– ИК20 МСЭ-Т по вопросам IoT, "умных" городов и сообществ

– ИК4 МСЭ-R по вопросам спутников

– ИК5 МСЭ-R по вопросам наземных служб

– ИК6 МСЭ-R по вопросам радиовещания

– ИК7 МСЭ-R по вопросам научных служб

Другие органы:

− SYNC Альянса ATIS

– TICTOC IETF

– NTP IETF

– MEF по вопросам моделирования канала поверх Ethernet и измерения задержки кадров

– MEF по вопросам транзитного/периферийного трафика подвижной связи

– MEF по услугам транспортирования для сетей подвижной связи

– Рабочая группа IEEE 1588

– Рабочая группа IEEE 802.3

– Рабочая группа IEEE 802.1

– Рабочая группа IEEE 802.16 (беспроводная городская сеть)

– 3GPP RAN, SA

– Форум по широкополосному доступу

– ТК86 МЭК

– Форум по взаимодействию оптических сетей (OIF)

− ЕТСИ

− ONF

– O-RAN – РГ4, РГ5, РГ9

− CPRI

Вопрос 14/15

Управление и контроль для транспортных систем и оборудования

(Продолжение Вопроса 14/15)

### M.1 Обоснование

Непрерывно растет спрос на постоянно возрастающие уровни целевых функциональных возможностей сетевого транспортирования и реагирования на различные потребности их пользователей. Это вызвало как развитие, так и появление новых парадигм контроля и управления (приложения организации сетей с программируемыми параметрами (SDN), искусственного интеллекта/машинного обучения (ИИ/МО), виртуальных сетей (VN), безопасности и квантовых информационных технологий) при соответственно возрастающем разнообразии вариантов протоколов контроля/управления, которые могут применяться в транспортных сетях. Транспортные сети могут быть протяженными и сложными (например, при наличии нескольких технологий/уровней, нескольких протоколов, нескольких поставщиков), и для крупномасштабной эксплуатационной интеграции важнейшее значение имеет совместное существование парадигм контроля и управления. Поскольку используемые транспортные ресурсы остаются без изменений вне зависимости от используемой(ых) парадигм(ы), еще большее значение приобретает обеспечение согласованной информационной модели транспортных ресурсов для обеспечения функциональной совместимости между различными парадигмами контроля/управления и моделями данных решений. Эти факторы обусловливают необходимость пересмотра существующих Рекомендаций, а также разработки новых Рекомендаций, относящихся к контролю ресурсов транспортных сетей и управлению ими.

С учетом фундаментальных архитектур плоскости транспортных данных, включая среду передачи, и контроля-управления (например, автоматически коммутируемые оптические сети (ASON) и SDN) Вопроса 12/15 (архитектуры транспортных сетей), Вопроса 10/15 (транспортирование на базе пакетов), Вопроса 11/15 (оптические транспортные сети) и Вопроса 13/15 (синхронизация), в сферу охвата настоящего Вопроса входит разработка спецификаций для контроля ресурсов транспортных сетей и управления ими, что охватывает требования, нейтральные в отношении протоколов информационные модели (IM) и определяемые протоколом модели данных (DM) для общих функциональных возможностей транспортирования и для функциональных возможностей конкретных технологий транспортирования (например, городская транспортная сеть (MTN), оптическая транспортная сеть (ОТС), транспортирование Ethernet и MPLS-TP). Для обеспечения согласованных спецификаций и функциональной совместимости решений, определяемых протоколом, в сферу охвата настоящего Вопроса входит также разработка руководящих указаний по получению DM решений, относящихся к конкретным протоколам, посредством уменьшения и реорганизации нейтральных в отношении протоколов IM для обеспечения согласованных спецификаций DM и возможности отследить их до IM, нейтральной в отношении протоколов. В сферу охвата настоящего Вопроса входит также разработка спецификаций для сети передачи данных (DCN), включая парадигмы контроля и управления. Эти виды деятельности будут проводиться в тесном сотрудничестве с соответствующими исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, Форумом TM, IEEE, IETF, ONF, MEF, BBF и другими ОРС, по мере необходимости.

Разработка и распространение инструментов, ориентированных на модели, и внедрение методик разработки программного обеспечения для совершенствования процесса разработки рекомендаций, включающих информацию и модели данных.

Следующие основные Рекомендации, действующие/разрабатывающиеся на момент утверждения настоящего Вопроса, входят в его сферу охвата: серия G.774, G.784, G.874, G.875, G.7710/Y.1701, G.7711/Y.1702, G.7712/Y.1703, серия G.7713/Y.1704, серия G.7714/Y.1705, серия G.7715/Y.1706, G.7716/Y.1707, G.7718/Y.1709, G.7718.1/Y.1709.1, серия G.7721, G.8051/Y.1345, серия G.8052/Y.1346, G.8151/Y.1374, серия G.8152/Y.1375 и I.752.

### M.2 Вопрос

− Какие требования, информационные модели и модели данных должны быть определены, с тем чтобы обеспечить возможность контроля относящихся к конкретным транспортным технологиям ресурсов и управления ими, включая поддержку ОТС, MTN, Ethernet, MPLS-TP, поддержку управления транспортной сетью с использованием различных парадигм контроля и управления?

– Каков оптимальный способ использования облачных вычислений в управлении транспортной сетью?

− Какие требования, информационные модели и модели данных должны быть определены для обеспечения эффективного и оптимизированного контроля и управления в отношении транспортных сетевых ресурсов, включая синхронизацию, абстракцию и виртуализацию, при наличии нескольких технологий/уровней и нескольких доменов?

− Какие требования, информационные модели и модели данных должны быть определены, с тем чтобы обеспечить возможность использования методов ИИ/МО для управления и контроля в транспортной сети?

– Какие требования, информационные модели и модели данных должны быть определены, с тем чтобы обеспечить возможность использования методов управления и контроля безопасности применительно к транспортной сети?

– Какие требования, информационные модели и модели данных должны быть определены, с тем чтобы обеспечить возможность управления и контроля квантовой информационной технологии применительно к транспортной сети?

– Какие требования, информационные модели и модели данных должны быть определены для использования квантовой информационной технологии для управления и контроля в транспортной сети?

– Какие требования, информационные модели и модели данных должны быть определены для управления компонентами управления и контроля (MC)?

– В чем заключается взаимодействие управления в транспортных сетях и управление в сетях IMT-2020/5G?

– Какие требования к управлению и контролю, а также решения, не зависящие и зависящие от протокола, должны быть определены, с тем чтобы обеспечить энергоэффективность транспортного оборудования в сети без снижения надежности и готовность сети?

− Какие требования к управлению и нейтральные по отношению к протоколам решения должны быть определены, с тем чтобы обеспечить возможность эффективной и действенной сигнализации, маршрутизации и автоматического обнаружения в транспортных сетях?

− К числу подлежащих изучению вопросов, наряду с прочими, относятся следующие:

• нейтральные в отношении протоколов требования, основанные на архитектуре компонентов контроля ASON и SDN, и связанные с ними решения, не зависящие и зависящие от (включая как нейтральные по отношению к технологиям, так и относящиеся к конкретным технологиям аспекты);

• аспекты управления плоскостей контроля, включая взаимодействие между плоскостью контроля и плоскостью управления;

• аспекты управления плоскостей транспортирования, включая поддержку управления дополнительной гибкостью в развивающихся фотонных транспортных сетях;

• общие аспекты контроля и управления для транспортных ресурсов;

• многоуровневая транспортная сеть, включая синхронизацию;

• управление методами на основе ИИ/МО применительно к транспортным сетям;

• управление безопасностью применительно к транспортным сетям;

• управление квантовых информационных технологий и их использование в транспортных сетях;

• использование инфраструктуры облачных вычислений для поддержки системы управления и контроля (MCS);

• аспекты контроля и управления для конкретных технологий и их приложений (таких как защита), например:

− ресурсы оптических транспортных сетей (включая развитие фотонных сетей);

− транспортные ресурсы Ethernet;

− транспортные сетевые ресурсы MPLS;

− ресурсы сети синхронизации частот и синхронизации точного времени;

− управление возможностями передачи данных;

− управление мощностью оборудования для экономии электроэнергии;

− MTN.

### M.3 Задачи

К числу задач, наряду с прочими, относятся следующие:

– перечень активных задач:

• пересмотр Рекомендации G.874;

• пересмотр Рекомендации G.875 (ранее G.874.1) по требованиям к управлению ОТС и нейтральной по отношению к протоколам информационной модели;

• новая Рекомендация G.875.x "Модель данных ОТС ";

• новая Рекомендация G.876 "Управление средой передачи";

• пересмотр Рекомендации G.7710/Y.1701 "Общие требования к управлению", включая требования к режимам экономии электроэнергии и синхронизации;

• пересмотр Рекомендации G.7711/Y.1702 "Общая нейтральная по отношению к протоколу модель информации для транспортных ресурсов";

• новая Рекомендация G.7711.x/Y.1702.x "Общая модель данных";

• пересмотр Рекомендации G.7712/Y.1703 "Сеть передачи данных";

• пересмотр Рекомендаций G.7714/Y.1705 и G.7714.1/Y.1705.1 "Автоматическое обнаружение";

• пересмотр Рекомендации G.7716/Y.1707 "Архитектура операций в плоскости управления";

• пересмотр Рекомендаций G.7718/Y.1709 и G.7719 (ранее. G.7718.1/Y.1709.1), Требования к управлению и информационная модель для компонентов и функций MC;

• пересмотр Рекомендации G.8051/Y.1345 "Аспекты управления элементом транспортной сети Ethernet";

• пересмотр Рекомендации G.8052/Y.1346 "Нейтральная в отношении протокола информационная модель управления для элемента транспортной сети Ethernet";

• новая Рекомендация G.8052.x/Y.1346.x "Модель данных управления для элемента транспортной сети Ethernet";

• пересмотр Рекомендации G.8151/Y.1374 "Аспекты управления элемента сети MPLS‑TP";

• пересмотр Рекомендации G.8152/Y.1375 "Нейтральная в отношении протокола информационная модель для элемента сети MPLS-TP";

• новая Рекомендация G.8152.x/Y.1375.x "Модель данных управления для элемента сети MPLS-TP";

• пересмотр Рекомендации G.7721 "Требования к управлению и информационная модель управления для синхронизации";

• новая Рекомендация G.7721.1 "Модель данных для управления синхронизацией";

• новая Рекомендация G.8350 "Требования к управлению и информационная модель управления для MTN".

– перечень задач по поддержанию, ведению и доработке:

• Рекомендации серии G.774;

• Рекомендация G.784;

• Рекомендации G.7713/Y.1704 и серий G.7713.x/Y.1704.x "Распределенное управление соединениями";

• Рекомендации G.7715/Y.1706 и серии G.7715.x, Требования к маршрутизации ASON.

Информация о текущем состоянии работы по этому Вопросу содержится в программе работы ИК15 (<https://www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_search.aspx?sg=15>).

### M.4 Относящиеся к Вопросу

Рекомендации:

– Серия M (ИК2 МСЭ-Т), G.800, G.805, G.806, серия G.808, G.783, G.798, G.807, G.872, серия G.873, G.7044, G.7701, G.7702, G.7703, G.8010, G.8013, G.8021, G.8023, G.8031, G.8032, G.8110.1, G.8113.1, G.8113.2, серия G.8121, G.8131, G.8132, G.8310, G.8312, G.8321, G.8331 и Y.1563, ИИ/МО и квантовые технологии.

Вопросы:

– 2/15, 4/15, 6/15, 10/15, 11/15, 12/15 и 13/15

Исследовательские комиссии:

– ИК2 МСЭ-Т по вопросам управления электросвязью, включая ИИ/МО

– ИК12 по вопросам показателей работы, QoS и QoE

– ИК13 МСЭ-Т по вопросам SDN, IMT-2020, и ИИ/МО

– ИК17 МСЭ-Т по вопросам безопасности, включая квантовые технологии

− ИК20 МСЭ-Т по вопросам IoT

– МСЭ-R по вопросам, связанным с управлением транспортированием

Другие органы:

− Форум по широкополосному доступу (BBF)

− ISG NFV ЕТСИ, включая, в том числе, NFV, SAI, ENI, ZSM

– Рабочая группа IEEE 802 по вопросам управления Ethernet

− Рабочая группа IEEE 1588 по вопросам управления синхронизацией

– Рабочие группы IETF по эксплуатации, управлению, транспортированию и маршрутизации

– MEF по управлению Ethernet

– Форум OIF (Рабочие группы по вопросам организации сетей, эксплуатации и операторов)

– OMG по вопросам UML

− ONF по вопросам SDN и общей информационной модели

– Форум TM по спецификациям интерфейса управления уровня сети (аспекты MTNM, MTOSI, TIP и ZOOM)

– W3C по вопросам XML

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_