

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.1453-2

**Интеллектуальные транспортные системы – выделенная связь  
на короткие расстояния в диапазоне частот 5,8 ГГц**

(Вопрос МСЭ-R 205/8)

(2000-2002-2005)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации описываются технические решения и характеристики для выделенной связи на короткие расстояния (ВСКР) в диапазоне 5,8 ГГц. Данная Рекомендация включает активный метод (с приемо-передатчиком) и метод обратного рассеяния (с ретранслятором) в качестве технических решений для ВСКР, имеющихся в распоряжении для интеллектуальных транспортных систем (ИТС). В эту Рекомендацию также включен прикладной подуровень ВСКР (ППУ-ВСКР), который предусматривает многочисленные приложения ВСКР и сетевые приложения на основе IP (протокола Интернет). Описываются технические и эксплуатационные характеристики обоих методов и ППУ-ВСКР.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что интеллектуальные транспортные системы (ИТС) могут оказывать существенное содействие улучшению общественной безопасности;
- b) что международные стандарты упростят применение ИТС в масштабах всего мира и обеспечат экономию размеров охвата, предоставляя оборудование и услуги ИТС населению;
- c) что заблаговременное согласование ИТС на международном уровне имело бы ряд преимуществ;
- d) что совместимость ИТС в масштабах всего мира может зависеть от общего распределения радиочастотного спектра;
- e) что Международная организация стандартизации (ИСО) проводит в ИСО/ТС204 работу по стандартизации ИТС (по нерадийотехническим аспектам), которая станет вкладом в усилия МСЭ-R;
- f) что администрации эксплуатируют устройства для связи на короткие расстояния в диапазоне 5,8 ГГц в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R SM.1538 – Технические и эксплуатационные параметры и требования к спектру для устройств радиосвязи на короткие расстояния,

*признавая,*

- a) что Европейский институт стандартизации по электросвязи (ЕТСИ) принял следующие стандарты по дорожному транспорту и телематике дорожного движения (ДТТДД):
  - ES 200 674-1 "Электромагнитная совместимость и вопросы радиочастотного спектра (ЭСВС); Дорожный транспорт и телематика дорожного движения (ДТТДД); Часть 1: Технические характеристики и методы испытаний для оборудования передачи высокоскоростных данных (ВД), работающего в диапазоне 5,8 ГГц, применяемом в промышленности, науке и медицине (ПНМ)";
  - ES 200 674-2 "Электромагнитная совместимость и вопросы радиочастотного спектра (ЭСВС); Дорожный транспорт и телематика дорожного движения (ДТТДД); Часть 1: Технические характеристики и методы испытаний для оборудования передачи низкоскоростных данных (НД), работающего в диапазоне 5,8 ГГц, применяемом в промышленности, науке и медицине (ПНМ)";

– EN 300 674 "Электромагнитная совместимость и вопросы радиочастотного спектра (ЭСВС); Дорожный транспорт и телематика дорожного движения (ДТТДД); Технические характеристики и методы испытаний для оборудования передачи по выделенной связи на короткие расстояния (ВСКР) (500 кбит/с, 250 кбит/с), работающего в диапазоне 5,8 ГГц, применяемом в промышленности, науке и медицине (ПНМ)";

b) что полосы частот 5795–5805 МГц и 5805–5815 МГц (на национальной основе) определены для тех систем, которые перечислены выше в разделе a);

c) что другие региональные организации, например Азиатско-Тихоокеанская программа по стандартизации электросвязи (ASTAP), утвердили предложение по проекту стандарта "Оборудование для выделенной связи на короткие расстояния (ВСКР), работающее в диапазоне 5,8 ГГц",

*отмечая,*

a) что диапазон частот 5725–5875 МГц используется также другими системами и службами радиосвязи, работающими в соответствии с РР,

*рекомендует,*

1 чтобы были приняты технические и эксплуатационные характеристики ВСКР, описанные в Приложении 1, и прикладной подуровень ВСКР, описанный в Приложении 2, для доставки ВСКР ИТС и приложений на основе протокола Интернет в диапазоне 5,8 ГГц;

2 чтобы при внедрении ВСКР администрации учитывали принятие либо активного метода (с приемопередатчиком), либо метода обратного рассеяния (с ретранслятором), описанного в Приложении 1;

3 чтобы в дальнейшем администрации рассмотрели внедрение ППУ-ВСКР, описанного в Приложении 2, для ИТС, предназначенного для доставки многочисленных приложений ВСКР и приложений, основанных на IP.

## Приложение 1

### Технические и эксплуатационные характеристики ВСКР, работающей в полосе частот 5,8 ГГц

#### 1 Общие положения

В настоящем Приложении описываются методы и характеристики ВСКР в полосе частот 5,8 ГГц. Это Приложение включает как активный метод (с приемопередатчиком), так и метод обратного рассеяния (с ретранслятором) в качестве технических решений для ВСКР, имеющихся в распоряжении для ИТС. Описываются технические и эксплуатационные характеристики обоих методов.

#### 1.1 Введение

ВСКР – это выделенная система подвижной радиосвязи для автотранспортных средств,двигающихся по дорогам. ВСКР является основной технологией для видов связи ИТС, помогающих в обеспечении связью дорог, дорожного движения и автотранспортных средств, охваченных ИТС, использующих информационную технологию.

Система ВСКР относится к любой технике радиосвязи на короткие расстояния от придорожной инфраструктуры до автотранспортного средства или подвижной платформы. Приложения ВСКР включают электронный сбор платы за проезд по дороге, оплату стоянки, оплату бензина (топлива), сигнализацию на машине, информацию о дорожном движении, управление общественным транспортом и коммерческими автотранспортными средствами, управление транспортным парком, информацию о погоде, электронную коммерцию, сбор информации о трафике с соответствующих

аппаратных устройств, предупреждение о железнодорожном переезде, передачу данных между тягачом и прицепом, другие контентные услуги, пересечение границы и электронное растаможивание груза.

Для примера рассмотрим электронный сбор платы за проезд по дороге (ЭСПП). Применяя дуплексную технику радиосвязи ВСКР, системы ЭСПП на платных дорогах дают возможность водителям автоматически оплачивать проезд по дороге на безналичной основе без необходимости останавливаться у шлагбаумов. Системы ЭСПП улучшают движение потока транспорта на местах сбора дорожных пошлин, снижают уровень загрязнения в результате уменьшения потребления топлива. Кроме того, обеспечение возможности проезда через шлагбаум без остановки может в три-четыре раза увеличить пропускную способность дороги и снизить заторы движения транспорта на шлагбаумах, где взимается пошлина за проезд. Предполагается также, что системы ЭСПП уменьшат эксплуатационные затраты на платные автодороги путем замены сбора пошлины вручную.

## 1.2 Сфера применения

ВСКР для приложений ИТС – это использование неголосовых методов радиосвязи для передачи данных на короткие расстояния между устройствами на обочине дороги и подвижными устройствами радиосвязи для выполнения операций, относящихся к улучшению потока движения транспорта, безопасности движения и другим приложениям интеллектуальных транспортных услуг в различных государственных и коммерческих средах. Системы ВСКР могут передавать также сообщения о состоянии и производственные сообщения, имеющие отношение к рассматриваемым устройствам.

## 2 Технические и эксплуатационные характеристики

Как правило, связь между транспортным средством и обочиной дороги бывает следующих типов: точечная, постоянная и территориально распределенная. ВСКР считается эффективной технологией для таких систем, как ЭСПП и навигация. Системы ВСКР обладают следующими особенностями:

- средства связи в ограниченных зонах: связь возможна только в пределах ограниченных зон;
- средства кратковременной связи: связь возможна в течение ограниченных интервалов времени.

Двумя основными элементами, включающими ВСКР, являются бортовое оборудование и придорожное оборудование.

*Бортовое оборудование (БО):* БО крепится рядом с приборной панелью или на ветровом стекле транспортного средства и состоит из цепей радиосвязи, прикладной цепи обработки и т. д. Обычно оно имеет интерфейс "человек-машина", включая переключатели, индикаторы и устройство звуковой сигнализации.

*Придорожное оборудование (ПО):* ПО устанавливается выше дороги или вдоль нее и осуществляет связь с проезжающим БО с помощью радиосигналов. ПО состоит из цепей радиосвязи, прикладной цепи обработки и т. д. Как правило, оно соединено с придорожной системой для обмена данными.

Системы ВСКР работают путем передачи радиосигналов для обмена данными между БО, установленном на транспортном средстве, и ПО. Этот обмен данными требует высокой надежности и сохранения конфиденциальности пользователя, поскольку может предусматривать финансовые и другие транзакции.

Как активный (с приемопередатчиком), так пассивный (с обратным рассеянием) методы успешно использовались для предоставления существующих услуг ВСКР.

### 2.1 Активный метод (с приемопередатчиком)

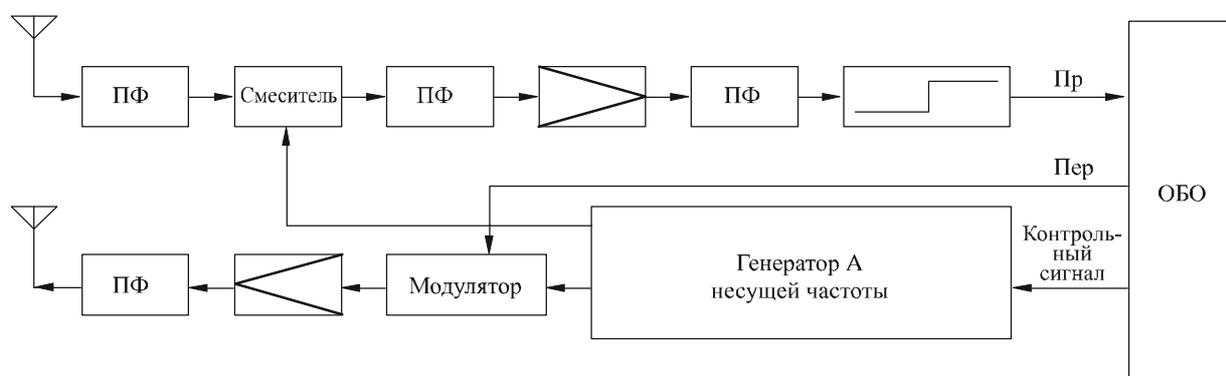
Придорожные устройства оснащены аппаратурой, необходимой для осуществления радиосвязи. В случае активного метода (с приемопередатчиком) бортовые устройства оснащены теми же функциями радиосвязи, что и придорожные устройства. Точнее говоря, как придорожные устройства, так и БО включают генератор несущей частоты полосы 5,8 ГГц и имеют те же функциональные возможности для осуществления радиопередачи.

Здесь рассматривается типичная конфигурация бортовых устройств, поскольку существует также альтернативная схема конфигурации БО.

На рисунке 1 показана типичная структурная схема цепи радиотракта БО.

В верхней половине рисунка 1 изображен приемник, в нижней половине – передатчик, а часть обработки изображена справа. Передающая и приемная антенны могут использоваться совместно. При активном методе (с приемопередатчиком) БО принимает радиосигналы от дорожного блока, причем антенна находится слева сверху. Каждый принятый сигнал проходит через каждый функциональный блок и обрабатывается в основном блоке обработки (ОБО) в качестве принимающих данных. Сигнал передачи от БО является сигналом несущей частоты полосы 5,8 ГГц от генератора А, модулированного данными передачи. Сигнал отсылается антенной, расположенной на рисунке снизу слева.

РИСУНОК 1  
Типичная конфигурация БО в активном методе с приемопередатчиком



ПФ: полосовой фильтр  
ОБО: основной блок обработки

1453-01

Описание технических характеристик, требуемых для оборудования радиосвязи, содержится в таблице 1:

ТАБЛИЦА 1  
Характеристики активного метода (с приемопередатчиком)

Параметр	Техническая характеристика	
Частоты несущих	Полоса частот 5,8 ГГц для линии вниз и линии вверх	
Разнос несущих РЧ (разделение каналов)	5 МГц	10 МГц
Допустимая занимаемая полоса пропускания	Менее, чем 4,4 МГц	Менее, чем 8 МГц
Метод модуляции	АМН, КФМН	АМН
Скорость передачи данных (скорость передачи битов)	1 024 кбит/с /АМН, 4 096 кбит/с/КФМН	1 024 кбит/с
Кодирование данных	Манчестерское кодирование/АМН, без возврата к нулю (NRZ)/ КФМН	Манчестерское кодирование
Дуплексное разделение	40 МГц в случае дуплексной связи с частотным разделением (FDD)	
Тип связи	Тип приемопередатчика	

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

Параметр	Техническая характеристика
Максимальная э.и.и.м. <sup>(1)</sup>	≤ +30 дБм (линия вниз) (для передачи на расстояние не более 10 м. Мощность, подаваемая на антенну ≤ 10 дБм)
	≤ +44,7 дБм (линия вниз) (для передачи на расстояние более 10 м. Мощность, подаваемая на антенну ≤ 24,77 дБм)
	≤ +20 дБм (линия вверх) (мощность, подаваемая на антенну ≤ 10 дБм)

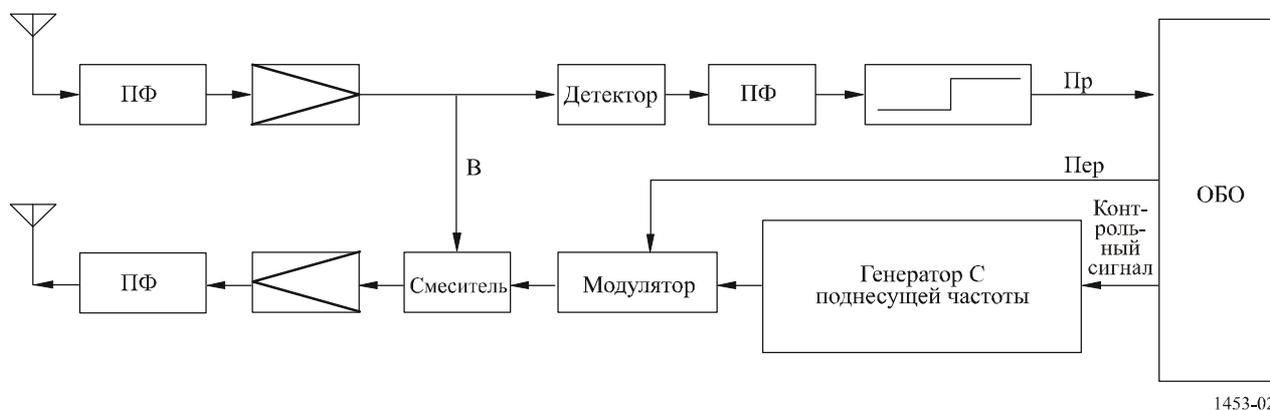
<sup>(1)</sup> Рекомендация Европейского комитета радиосвязи (ЕКР) 70-03 определяет э.и.и.м. для активных систем величиной 2 Вт и для пассивных систем – 8 Вт.

## 2.2 Метод обратного рассеяния (с ретранслятором)

В отличие от активного метода (с приемопередатчиком), представленным в п. 2.1, БО для метода обратного рассеяния (с ретранслятором) не имеет внутреннего генератора для генерирования сигнала несущей частоты полосы 5,8 ГГц, поэтому он основывается на генераторе 5,8 ГГц придорожного блока, с которым он осуществляет связь. Подробное объяснение дается на рисунке 2 вместе с типичной функциональной структурной схемой.

РИСУНОК 2

Типичная конфигурация БО в пассивном методе обратного рассеяния



Сигналы в методе обратного рассеяния (с ретранслятором) после прохождения через каждый функциональный блок также обрабатываются в ОБО в качестве данных приема. Отличие от активной системы (с приемопередатчиком) связано с передачами от БО. Система обратного рассеяния (ретранслятор) не имеет генератора сигнала несущей. В результате, если идет передача из БО, то дорожный блок должен постоянно излучать немодулированный сигнал несущей. БО принимает этот сигнал, который является входным сигналом в цепи передачи после прохождения через цепь В, и делает его своим собственным сигналом несущей. Передаваемые данные модулируют сигнал на выходе генератора поднесущей С и смешивают его с сигналом несущей из В. Сигнал поднесущей переносит эти передаваемые данные ОБ на частоте (плюс частота сигнала несущей/минус частота поднесущей), отличающейся от частоты сигнала несущей.

Описание технических характеристик, требуемых для оборудования радиосвязи, содержится в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2

## Характеристики метода обратного рассеяния (с ретранслятором)

Параметр	Техническая характеристика	
	Средняя скорость передачи данных	Высокая скорость передачи данных
Частоты несущих	Полоса 5,8 ГГц для линии вниз	Полоса 5,8 ГГц для линии вниз
Частоты поднесущих	1,5 МГц /2 МГц (линия вверх)	10,7 МГц (линия вверх)
Разнос несущих РЧ (разделение каналов)	5 МГц	10 МГц
Допустимая занимаемая полоса пропускания	Менее, чем 5 МГц/канал	Менее, чем 10 МГц/канал
Метод модуляции	АМН (несущая линии вниз) ФМН (поднесущая линии вверх)	АМН (несущая линии вниз) ФМН (поднесущая линии вверх)
Скорость передачи данных (скорость в битах)	500 кбит/с (линия вниз) 250 кбит/с (линия вверх)	1 Мбит/с (линия вниз) 1 Мбит/с (линия вверх)
Кодирование данных	ЧМ0 (линия вниз) кодирование без возврата к нулю с инверсией (NRZI) (линия вверх)	
Тип связи	Тип ретранслятора	Тип ретранслятора
Максимальная э.и.и.м. <sup>(1)</sup>	≤ +33 дБм (линия вниз) ≤ -24 дБм (линия вверх: одна боковая полоса)	≤ +39 дБм (линия вниз) ≤ -14 дБм (линия вверх: одна боковая полоса)

<sup>(1)</sup> Рекомендация ЕКР 70-03 определяет э.и.и.м. для активных систем величиной 2 Вт и для пассивных систем – 8 Вт.

## Приложение 2

## Технические и эксплуатационные характеристики прикладного подуровня ВСКР в полосе частот 5,8 ГГц

## 1 Общие положения

В настоящем Приложении описываются технические решения и характеристики для ППУ-ВСКР. ППУ-ВСКР предоставляет дополнительные функции связи стекам протоколов верхнего уровня ВСКР для многочисленных приложений ВСКР, в частности для IP-приложений, в полосе частот 5,8 ГГц.

Настоящее Приложение применяется как к активному методу (с приемопередатчиком), так и к методу обратного рассеяния (с ретранслятором), применяемым в качестве технических решений ВСКР для ИТС. Технические и эксплуатационные характеристики обоих методов описаны в Приложении 1.

## 1.1 Введение

Рекомендация МСЭ-R М.1453 – Информационные и управляющие системы для транспорта – выделенная связь на короткие расстояния в диапазоне частот 5,8 ГГц, была утверждена Ассамблеей радиосвязи (АР) в 2000 году. В августе 2002 года АР утвердила пересмотренную Рекомендацию в виде Рекомендации МСЭ-R М.1453-1. После этого название "Информационные и управляющие системы для транспорта" (ИУСТ) было изменено на ИСТ.

С учетом существующих в настоящее время технических решений и многочисленных приложений ВСКР был разработан прикладной подуровень для ВСКР в диапазоне 5,8 ГГц для предоставления различных протоколов в ВСКР.

## 1.2 Сфера применения

Хотя настоящее Приложение имеет отношение к верхним уровням стеков протоколов ВСКР (со второго по седьмой уровни), протокол седьмого уровня уже был разработан в ИСО/ТС204 (интеллектуальные транспортные системы) при тесном взаимодействии между МСЭ-R и ИСО. В этом Приложении предоставляются дополнительные функции связи для стеков протоколов ВСКР с целью сделать существующие стеки протоколов ВСКР применимыми к многочисленным приложениям ВСКР.

Ниже перечислены существующие международные или региональные стандарты ВСКР, которые уже действуют или находятся на завершающей стадии стандартизации. Применимость этого Приложения к этим стандартам была тщательно изучена.

- ИСО FDIS 15628: Интеллектуальные транспортные системы – выделенная связь на короткие расстояния (ВСКР) – прикладной уровень ВСКР (международный)
- ЕКС EN 12253: Физический уровень ВСКР, использующий СВЧ диапазона 5,8 ГГц (Европа)
- ЕКС EN 12795: Уровень линии передачи данных ВСКР (Европа)
- ЕКС EN 12834: Прикладной уровень ВСКР (Европа)
- ЕКС EN 13372: Набор параметров ВСКР для приложений ДТТДД (Европа)
- ARIB STD-T75: Выделенная связь на короткие расстояния (Япония)
- ARIB STD-T88: Прикладной подуровень ВСКР (Япония)
- TTAS06-00625: Стандарт радиосвязи ВСКР между дорожным оборудованием и бортовым оборудованием в полосе частот 5,8 ГГц (Корея).

## 2 Технические и эксплуатационные характеристики

### 2.1 Характеристики существующих ВСКР

Вследствие ограничений, характерных для линии ВСКР, как, например, ограниченная пропускная способность передачи, прерывистое покрытие, случайный приезд автотранспортных средств в зону и их отъезд оттуда, существующие режимы работы ВСКР были лимитированы. Использование полной модели ВОС считается неподходящим для области ВСКР.

С целью упрощения архитектуры ВСКР были исключены уровни 3–6 ВОС стеков протоколов ВСКР. В частности, исключение уровня сети было существенно важным для сетевых приложений, работающих на основе протокола Интернет.

### 2.2 Концепция прикладного подуровня (ППУ)

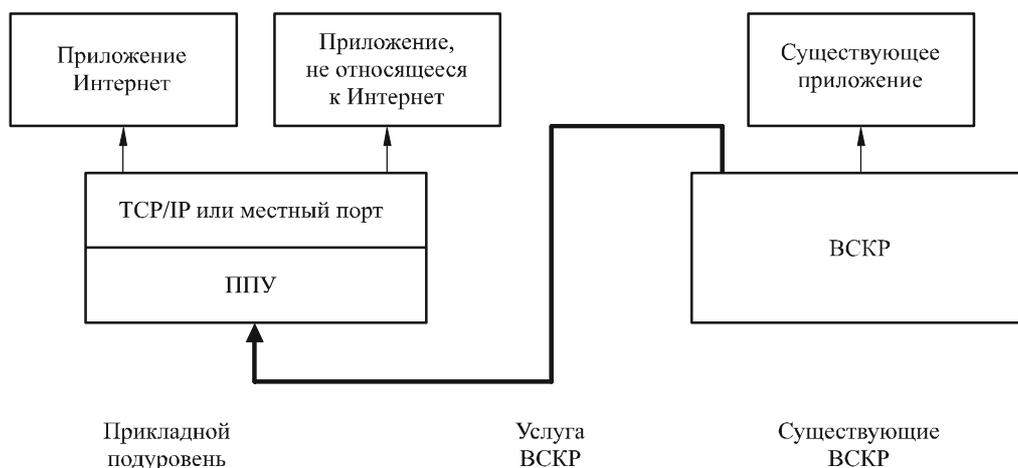
В настоящем Приложении в качестве дополнительных функций связи для стеков протоколов ВСКР приводятся сетевые протоколы и расширенные протоколы управления линией путем использования многофункциональной услуги АСТОН, которая предоставляется 7-м уровнем, определенным в стандарте ИСО FDIS 15628 "Интеллектуальные транспортные системы – выделенная связь на короткие расстояния (ВСКР) – прикладной уровень ВСКР".

Прикладной подуровень расширяет приложения ВСКР без изменения существующих стеков протоколов ВСКР и реализует протокол "из пункта–в пункт" (PPP) для беспроводного соединения с Интернет, сетевой протокол управления для ЛВС и местный протокол управления портом для несетевых приложений.

Концепция прикладного уровня показана на рисунке 3. ППУ должен определяться как драйвер ВСКР, который осуществляет связь с ТСР/IP (протоколом управления передачей/протоколом Интернет) для использования приложений Интернет и с местным портом для использования приложений, не относящихся к Интернет.

РИСУНОК 3

## Концепция прикладного подуровня



1453-03

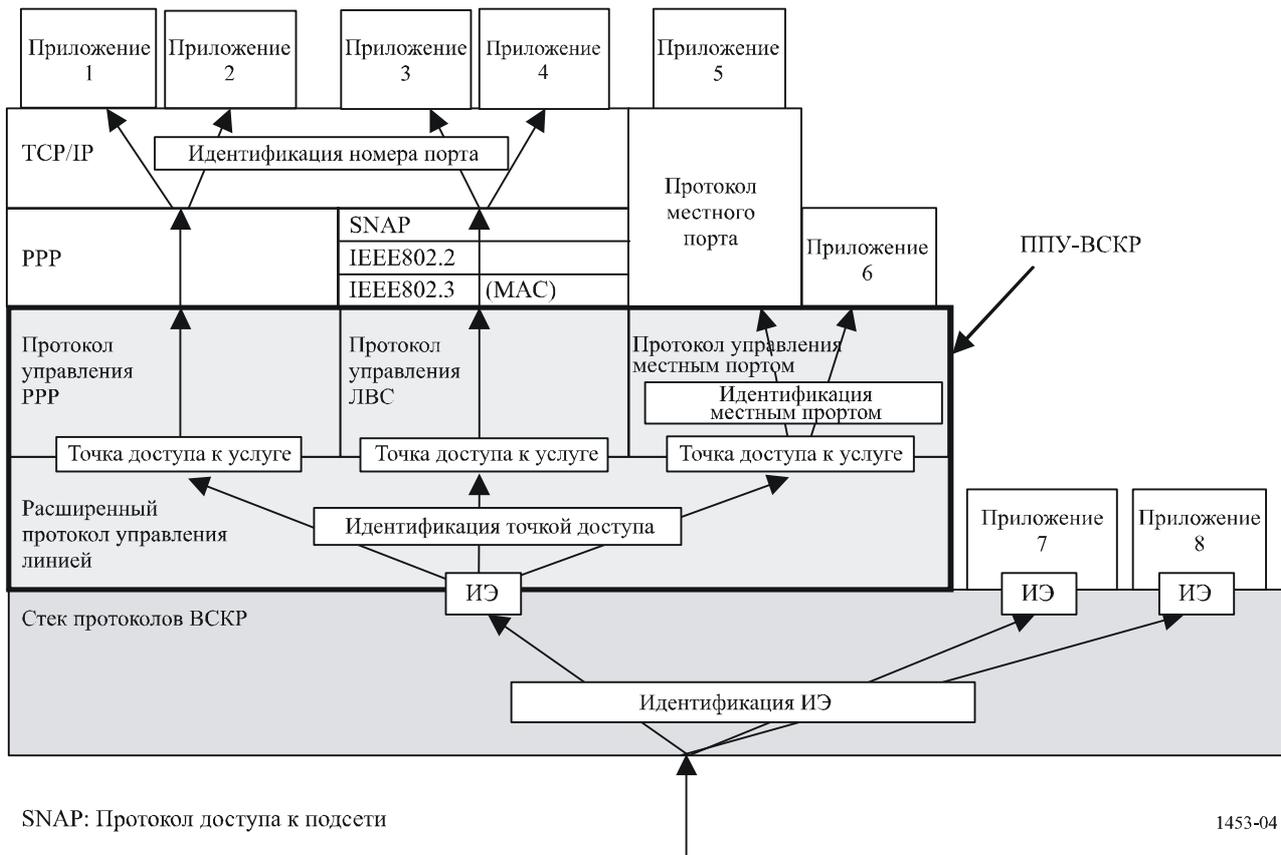
### 2.3 Структура ППУ-ВСКР

Общая структура ППУ-ВСКР показана на рисунке 4, а внутренняя структура ВСКР показана на рисунке 5.

Приложения 1–4 показаны как приложения на основе ТСП/IP, а Приложение 5 показано как приложение, не относящееся к Интернет и работающее на местном порте. Приложение 6 является простым приложением, не относящимся к Интернет, работающим на местном протоколе управления (LCP). Приложения 7 и 8 указывают на обычные приложения ВСКР. Каждое приложение распознается в протоколе ВСКР идентификатором элемента (ИЭ) и работает с ним соответствующим образом.

РИСУНОК 4

## Общая структура ППУ-ВСКР и концепция идентификации соединения



Структурные особенности ППУ-ВСКР состоят в следующем:

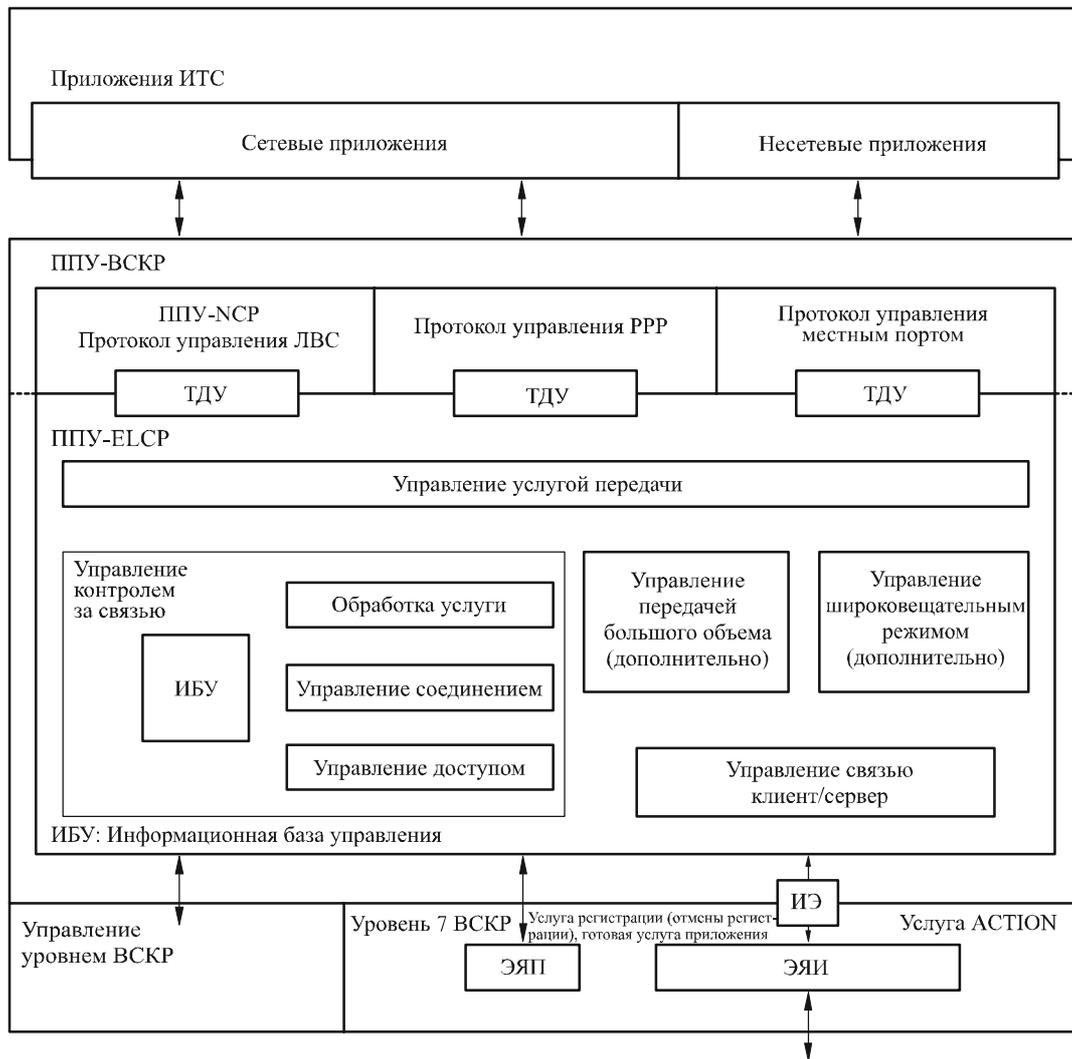
ППУ-ВСКР осуществляет связь между стеками протоколов ВСКР и сетевыми или несетевыми приложениями. Он предоставляет дополнительные функции связи для ВСКР. Внутренняя структура ППУ-ВСКР показана на рисунке 5. Она предоставляет платформу для приложений ВСКР без необходимости в информации о стеках протоколов ВСКР нижних уровней.

Как показывает рисунок 5, ППУ-ВСКР состоит из сетевого протокола управления связью (ППУ-NCP) и расширенного протокола управления линией (ППУ-ELCP), осуществляет связь со стеком протоколов ВСКР и выполняет базовые прикладные процессы.

ППУ-NCP состоит из многочисленных протоколов управления связью, как, например, протокола управления ЛВС (LANCP), который может соединять сетевые протоколы различных типов.

ППУ-ELCP предоставляет многочисленные дополнительные протоколы управления связью, как, например, управление связью типа клиент-сервер и/или управление передачей большого объема. ППУ-NCP осуществляет связь с многочисленными сетевыми протоколами и может работать с сетевыми спецификациями различных типов. ППУ-ELCP предоставляет также функции управления соединениями ВСКР для облегчения развертывания общих приложений ВСКР.

РИСУНОК 5  
Внутренняя структура ППУ-ВСКР



ТДУ: Точка доступа к услуге  
ЭЯП: Элемент ядра передачи  
ЭЯИ: Элемент ядра инициализации

1453-05

## 2.4 Расширенные протоколы управления линией (ППУ-ELCP)

ППУ-ELCP включает следующие функции для объектов, а каждый одноранговый объект имеет общий протокол:

- предоставление услуг ППУ-НСР;
- услугу передачи данных (процесс) путем определения адреса назначения принимаемого блока данных;
- управление связью типа клиент-сервер;
- управление передачей большого объема (дополнительная функция);
- управление широковещательным режимом (дополнительная функция);
- управление контролем за связью.

Управление контролем за связью включает следующие функции:

- функцию управления контролем за коммуникационным соединением для поддержания соединения;
- функцию управления контролем доступа для осуществления доступа к ДО;
- функцию управления сообщением о событии, случившемся в ППУ-ELCP;

- функцию управления регистрацией для регистрации информационной базы управления (ИБУ) ППУ-ELCP.

## **2.5 Сетевой протокол управления (ППУ-NCP)**

ППУ-NCP проводит капсуляцию многочисленных протоколов, создает точки доступа и устанавливает тип протокола. ППУ-NCP состоит также из многочисленных протоколов управления для различных типов связанных сетевых протоколов.

ППУ-NCP состоит из протокола управления протоколом "из пункта-в пункт" (PPPCP) и протокола LANCP для соединения с сетевыми приложениями и протокола управления местным портом (LPCP) для соединения с несетевыми приложениями.

## **2.6 Схема потока в сети**

Схема потока в сети на ППУ DSRC показана на рисунке 4.

На седьмом уровне ВСКР создается линия связи ВСКР. ППУ-ELCP активируется путем уведомления о линии связи ВСКР, созданной начиная с седьмого уровня. После активирования ППУ-ELCP, прежде всего, сравнивает собственный набор параметров ППУ с равноправным набором параметров ППУ, проходящим через созданную линию связи ВСКР и подтверждает наличие функций в ППУ-ELCP. В ходе этой процедуры ППУ-ELCP не осуществляет никаких изменений в установках ППУ-NCP.

После подтверждения наборов протоколов ППУ при использовании функции управления доступом проводится одноранговая аутентификация. После успешной аутентификации ППУ-ELCP активирует каждый ППУ-NCP и меняет его состояние на этап обработки ППУ-NCP.

На этапе обработки активированный ППУ-NCP создает начальную установку для соответствующего ППУ-NCP. Каждый сетевой протокол не может активироваться пока не будет создана начальная установки для соответствующего ППУ-NCP.

После завершения описанной выше процедуры состояние ППУ-NCP меняется на этап связи, и начинается связь с использованием сетевого протокола.

Как описано выше, применяются такие сетевые протоколы, как, например, IP.

---