

**ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ/INFORMATICS AND INFORMATION PROCESSES**DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.10.2>

EDN: UBWYGG

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЧРЕЖДЕНЧЕСКИХ АТС В СОСТАВЕ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ ПАКЕТНЫХ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ**

Научная статья

**Черников Д.Ю.<sup>1,\*</sup>, Тимофеев А.А.<sup>2</sup>, Римацкий Д.В.<sup>3</sup>**<sup>1</sup>ORCID : 0000-0003-0677-0500;<sup>1,2,3</sup> Сибирский федеральный университет, Красноярск, Российская Федерация<sup>3</sup> Институт физики имени Л. В. Киренского, Красноярск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (dchernikov[at]sfu-kras.ru)

**Аннотация**

Рассмотрен вариант модернизации системы офисной телефонной связи на основе учрежденческой АТС Definity СМС и шлюза Alvis-GW-2E1, позволяющих обеспечить возможность применения технологий пакетных сетей электросвязи и передачи речевых сообщений с использованием SIP VoIP. Приводятся и анализируются реальные конфигурации оборудования, апробированные в ходе проведения модернизации. Проиллюстрировано состояние интерфейсов АТС и шлюза при выполнении тестовых входящих и исходящих вызовов. Показана обоснованность смены вида кодека средствами шлюза Alvis-GW-2E1 при переходе от технологий коммутации каналов, использованной в учрежденческой АТС, к коммутации пакетов. Рассмотрены возможности увеличения числа активно используемых абонентских окончатий АТС Definity СМС за счет подключения второго порта E1 в составе шлюза Alvis-GW-2E1, что позволяет значительно расширить количество дополнительных видов обслуживания изначально доступных на цифровых телефонах станции.

**Ключевые слова:** учрежденческо-производственная АТС, поток E1, технологии VoIP, цифровой трюнк, абонентский доступ, VoIP шлюз, схема организации связи.

**THE USE OF INSTITUTIONAL PBX WITHIN MULTISERVICE PACKET TELECOMMUNICATIONS NETWORKS**

Research article

**Chernikov D.Y.<sup>1,\*</sup>, Timofeev A.A.<sup>2</sup>, Rimatsky D.V.<sup>3</sup>**<sup>1</sup>ORCID : 0000-0003-0677-0500;<sup>1,2,3</sup> Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation<sup>3</sup> L.V. Kirensky Institute of Physics, Krasnoyarsk, Russian Federation

\* Corresponding author (dchernikov[at]sfu-kras.ru)

**Abstract**

An option for upgrading the office telephone system based on the Definity SMS PBX and the Alvis-GW-2E1 gateway, which enable the use of packet-switched telecommunications technologies and voice transmission via SIP VoIP, is examined. Actual hardware configurations tested during the modernisation process are presented and analysed. The status of the PBX and gateway interfaces during test incoming and outgoing calls is illustrated. The rationale for changing the codec type via the Alvis-GW-2E1 gateway when transitioning from the circuit-switched technology used in the institutional PBX to packet switching is demonstrated. The possibilities of increasing the number of actively used subscriber terminals of the Definity СМС PBX by connecting a second E1 port within the Alvis-GW-2E1 gateway are examined; this allows for a significant expansion of the range of additional services originally available on the station's digital telephones.

**Keywords:** corporate-production PBX, E1 trunk, VoIP technology, digital trunk, subscriber access, VoIP gateway, communication organisation scheme.

**Введение**

Достаточно существенное влияние на совершенствование принципов использования VoIP технологий при построении телекоммуникационных сетей и систем, оказывает возможность интеграции в их состав ныне существующего оборудования телефонной связи. Исходя из этого, одним из достаточно привлекательных направлений развития может считаться использование в составе VoIP топологий оборудования цифровых учрежденческо-производственных автоматических телефонных станций (УПАТС), обладающих развитым и отлаженным функционалом предоставления услуг голосовой связи для различных категорий абонентов. При этом упомянутые УПАТС могут не располагать интерфейсами, поддерживающими протоколы передачи голосовой информации, ориентированные на пакетные сети связи. Подобное оборудование, как правило, имеет в своем составе интерфейсы плезиохронной цифровой иерархии (PDH) — E1 [1], [2], ориентированные именно на организацию соединительных линий, позволяющие по одной четырехпроводной медной или двунаправленной оптоволоконной линии связи одновременно передавать и принимать 30 телефонных каналов [2], [3].

В подобных ситуациях взаимодействие УПАТС с пакетными VoIP сетями может быть организовано за счет использования в схеме организации связи специальных шлюзов — Gateway, одним из вариантов которых и является Alvis-GW-2E1 [4], [5]. В качестве примера построения подобной схемы организации связи рассмотрим возможности

использования УПАТС семейства Definity СМС [6], [7], получивших широкое распространение на территории РФ и остающихся в активной эксплуатации на сегодняшний день.

### Основные результаты

Схема организации связи, позволяющая предложить решение сформулированной задачи, представлена на рисунке 1 далее.

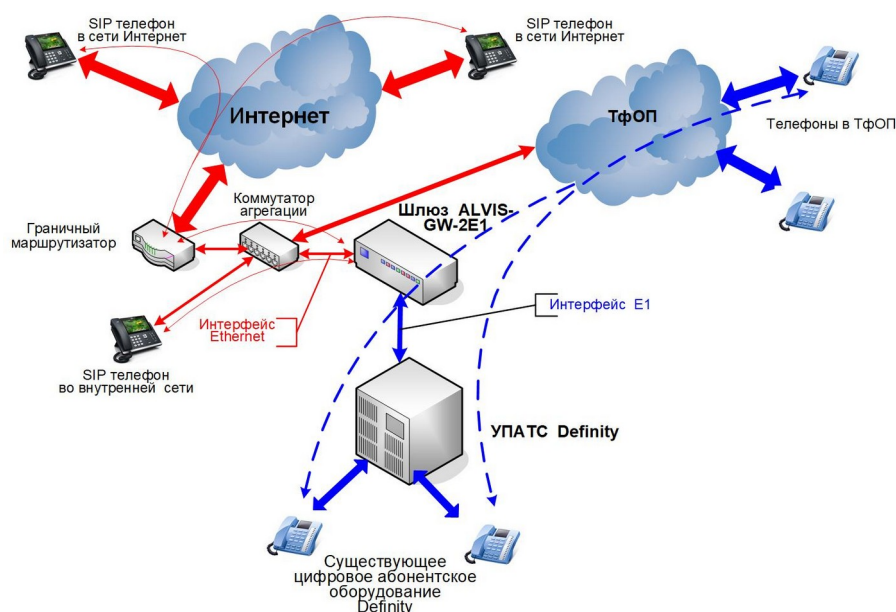


Рисунок 1 - Схема организации связи для использования УПАТС с PDH интерфейсами в составе пакетной сети электросвязи

DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.10.2.1>

Фрагмент конфигурации телефонной системы Definity СМС, содержащий компоненты, используемые для подключения в составе реализуемой инфраструктуры, приведены на рисунке 2.

```

Terranova - COM1
File Edit Scripts Controls Phones Options Help
list configuration all Page 1
SYSTEM CONFIGURATION
Board Number Board Type Code Vintage Assigned Ports
u=unassigned t=tti p=psa
01A01 PROCESSOR TN2182B unavail u u 03 u u u
01A02 TONE/CLOCK TN2182B 000003 01 02 03 04 05 06 07 08
01A03 DS1 INTERFACE TN464F 000010 u u u u u u u 16
u u u u u u u u
01A04 CO TRUNK TN747B 000016 01 02 03 04 05 06 07 08
01A05 DIGITAL LINE TN2214B 000012 u 02 03 u u 06 u u
u u u u u u u u

```

Рисунок 2 - Начальный фрагмент конфигурации оборудования УПАТС Definity СМС

DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.10.2.2>

В данной конфигурации нас интересует плата E1 – TN464F, которая установлена в третий слот шасси УПАТС. С ее помощью и будет реализовано взаимодействие между УПАТС и SIP-шлюзом Alvis [4], [5], которое на физическом уровне соответствует стандарту ITU-T G.703, а для передачи служебных сообщений используется сигнализация — ISDN PRI. При этом со стороны УПАТС конфигурация платы TN464F поясняется рисунком 3, приведенным далее.

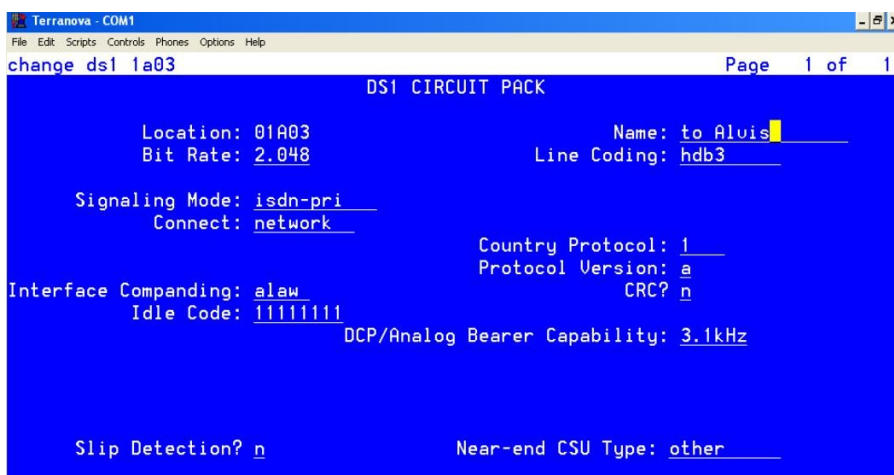


Рисунок 3 - Конфигурация платы E1- TN464F в составе УПАТС Definity CMC

DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.10.2.3>

В соответствии с рисунком 3 для данного интерфейса возможен выбор только двух вариантов кодеков - alaw и  $\mu$ law (поле Interface Compadding). На территории РФ кодек alaw является стандартом «де-факто» в сетях электросвязи и предполагает дискретизацию речевого сообщения с частотой 8 кГц и разрядностью формируемых цифровых отсчетов в 8 бит, т.е. организует цифровой поток производительностью 64 кбит/сек в каждую сторону. Поле Connect определяет направление синхронизации в PDH транке. В данном случае выбрано значение network, предполагающее, что УПАТС будет получать синхронизацию со стороны шлюза (что, вообще говоря, достаточно традиционно для включения телефонных систем такого уровня). Кроме этого, шлюз является достаточно современным устройством и располагает специальными средствами синхронизации временных шкал [5]. Настройка параметров соединительной линии (транка — Alvis trunk), которой присвоен номер 1, и которая обеспечивает взаимодействие между УПАТС и шлюзом Alvis со стороны УПАТС осуществляется в соответствии с заявленным видом сигнализации — ISDN PRI — (рисунок 3, поле Signaling Mode) и как показано на рисунке 4 — поле Group Type.

```

Terranova - COM1
File Edit Scripts Controls Phones Options Help
change trunk-group 1 Page 1 of 10
TRUNK GROUP
Group Number: 1 Group Type: isdn CDR Reports: y
Group Name: Alvis trunk COR: 1 TN: 1 TAC: *1
Direction: two-way Outgoing Display? n
Dial Access? n Busy Threshold: 99 Night Service:
Queue Length: 0
Service Type: public-ntwrk Auth Code? n TestCall ITC: rest
Far End Test Line No:
TestCall BCC: 4
TRUNK PARAMETERS
Codeset to Send Display: 6 Codeset to Send TCM,Lookahead: 6
Max Message Size to Send: 260 Charge Advice: none
Supplementary Service Protocol: a Digit Handling (in/out): enbloc/enbloc
Trunk Hunt: descend
Connected to Toll? n STT Loss: normal DTT to DCO Loss: normal
Calling Number - Delete: Insert: Numbering Format:
Bit Rate: 1200 Synchronization: async Duplex: full
Disconnect Supervision - In? y Out? n
Answer Supervision Timeout: 0

```

Рисунок 4 - Начальная страница конфигурации транка  
DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.10.2.4>

Передача и прием голосовой информации будет осуществляться в 30 временных интервалах (тайм-слотах) с номерами 1–15 и 17–31. При этом в соответствии с требованиями по организации логической структуры потока E1–16 тайм-слот (в терминологии УПАТС — сигнальная группа) используется только для передачи сигнальных сообщений. Состояние сигнальной группы для рассматриваемого транка приведено на нижеследующем рисунке 5.

```

Terranova - COM1
File Edit Scripts Controls Phones Options Help
status signaling-group 1
STATUS SIGNALING GROUP
Group ID: 1
Type: facility associated signaling
Group State: in-service
Primary D-Channel
Link: Port: 01A0316 Level 3 State: in-service

```

Рисунок 5 - Состояние сигнальной группы  
DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.10.2.5>

В процессе конфигурирования в составе транка можно прописать различное количество речевых тайм слотов  $N \leq 30$ . Это количество в конечном итоге определяется числом телефонных (цифровых и даже аналоговых) абонентских окончаний  $M$ , которые предполагается использовать в составе УПАТС. Учитывая необходимость организации на рабочем месте телефонного абонента также и Ethernet интерфейса сети передачи данных, недоиспользованный ресурс в потоке E1 (суммарная скорость 2048 кбит/сек, см. рисунок 3, поле Bit Rate) мог бы быть выделен с помощью мультиплексного оборудования, однако такой подход в значительной степени усложнит схему организации связи и не принесет ощутимых результатов, ввиду малой скорости (порядка 1 Мбит/сек) передачи данных.

Примерно аналогичные действия по настройке соединительной линии необходимо выполнить со стороны шлюза Alvis. Настройка потока E1 со стороны шлюза менее универсальна и поэтому предоставляет гораздо меньше возможностей ошибиться. Шлюз, в используемой конфигурации, располагает двумя портами E1 (L0 и L1). Для соединения с УПАТС использовался порт L0. Его конфигурация приведена на рисунке 6.

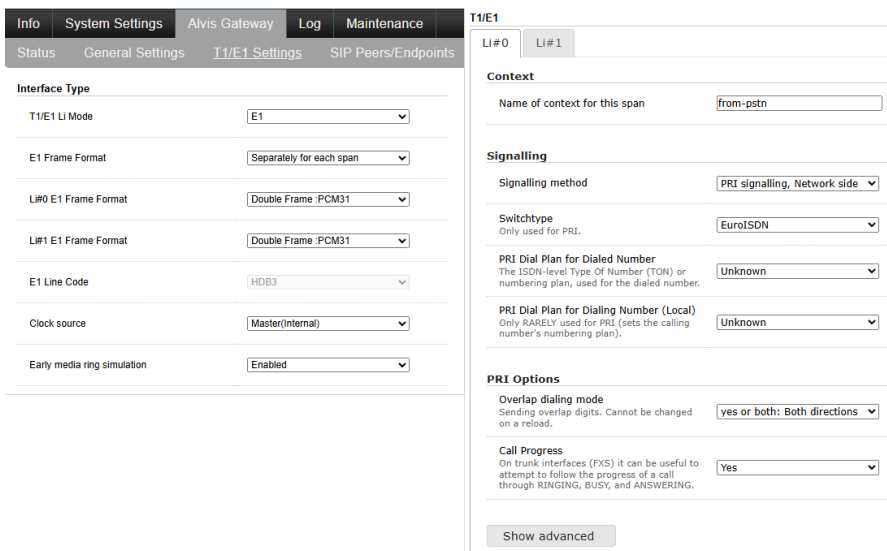


Рисунок 6 - Конфигурация порта E1 со стороны шлюза Alvis

DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.10.2.6>

В результате выполненной конфигурации состояние соединительной линии (СЛ) со стороны УПАТС и со стороны шлюза Alvis может быть проиллюстрировано рисунком 7, представленным далее.

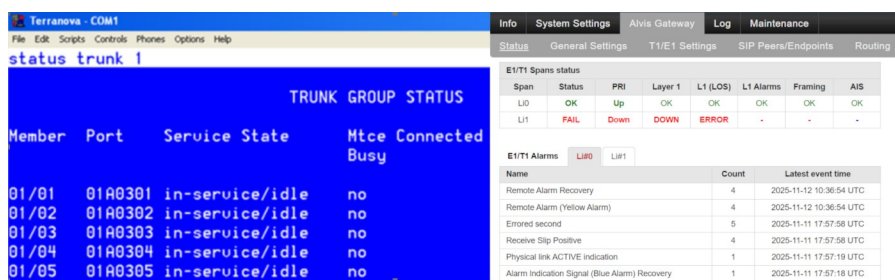


Рисунок 7 - Состояние тайм-слотов транка

DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.10.2.7>

Как можно видеть из приведенного рисунка тайм-слоты соединительной линии активны и находятся в состоянии ожидания телефонных вызовов в обоих направлениях.

Для тестирования работоспособности созданной СЛ воспользуемся возможностями шлюза Alvis по регистрации внешних телефонных окончаний, поддерживающих протокол SIP. В качестве такого абонентского окончания используем SIP-телефон компании D-link DPH-150S [6]. Для упрощения процедуры маршрутизации будем считать, что нумерация телефонных окончаний, которые могут быть зарегистрированы на шлюзе будет четырехзначной и начинаться с цифры 1, т.е. иметь вид 1XXX, где X произвольная цифра в интервале {0,1...9}. В то же время нумерация телефонных окончаний использованной УПАТС будет также четырехзначной и иметь вид 7XXX. В этом случае содержание таблицы маршрутизации шлюза, относящееся к обработке взаимных вызовов будет иметь вид, приведенный на рисунке 8.

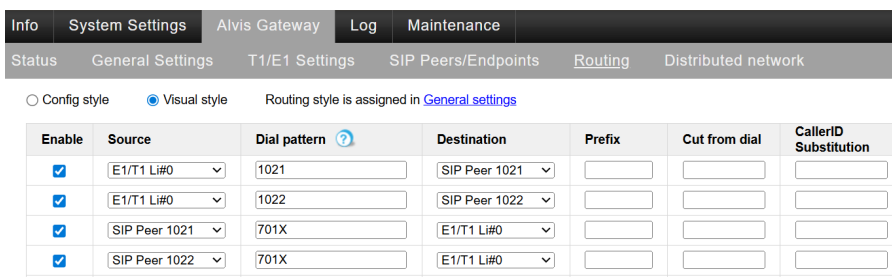
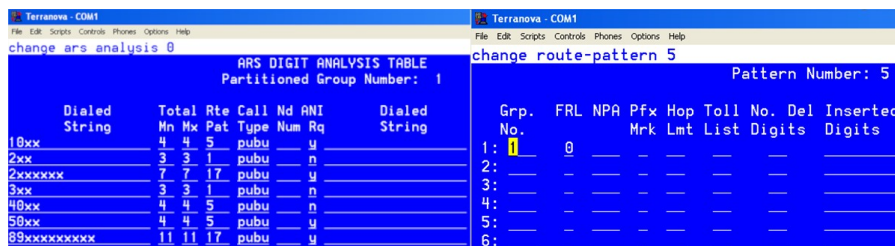


Рисунок 8 - Таблица маршрутизации вызовов между шлюзом Alvis-GW и УПАТС

DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.10.2.8>

Первые две строки на рисунке 8 прописывают маршрутизацию исходящих для УПАТС (пришедших с транка L#0) и входящих для шлюза вызовов на номера 1021 и 1022, которые направляются непосредственно на абонентские окончания, зарегистрированные на шлюзе. Две следующие строки прописывают маршрутизацию входящих для УПАТС вызовов на номера 701X, направляя их в транк L#0 в котором они обрабатываются средствами транка, организованного в составе станции.

В свою очередь, маршрутизация исходящих вызовов в направлении шлюза осуществляется в соответствии с содержанием таблицы Automatic Route Selection (ARS) Definity CMC [6], [7], которое представлено далее на рисунке 9а. Активной для представленной конфигурации является первая строка ARS таблицы, в которой исходящий вызов, адресуемый четырехзначным номером вида 10XX, направляется по 5-му маршруту (route-pattern 5). В свою очередь, route-pattern 5 предусматривает направление данного вызова в транк с номером 1 (см. рисунок 9 б), предназначенный именно для организации взаимодействия между УПАТС Definity CMC и шлюзом.



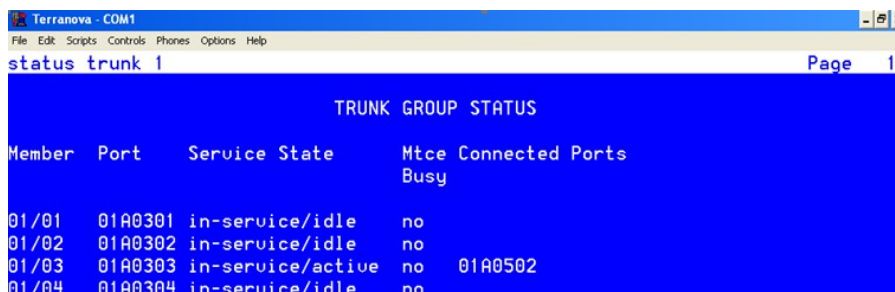
Dialed String	Total Mn	Rte Mx	Call Pat	ANI Type	Dialed String
10xx	4	4	5	pubu	y
2xx	3	3	1	pubu	n
2xxxxxx	7	7	17	pubu	y
3xx	3	3	1	pubu	n
40xx	4	4	5	pubu	n
50xx	4	4	5	pubu	y
89xxxxxxx	11	11	17	pubu	y

Grp. No.	FRL	NPA	Pfx	Hop	Toll	No.	Del	Inserted
1:	0							
2:								
3:								
4:								
5:								
6:								

Рисунок 9 - Содержание таблицы маршрутизации ARS (а) и выбор номера транковой группы для маршрута 5 (б)  
DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.10.2.9>

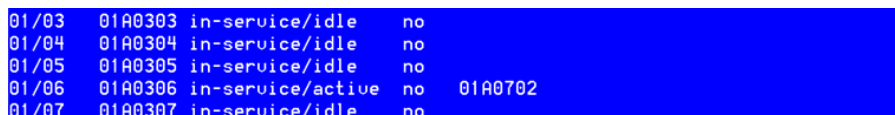
Совершаемые тестовые вызовы очень наглядно отображаются при выполнении команд, которые предоставляют информацию о состоянии транка 1 (см. рисунок 9) со стороны УПАТС или L#0 со стороны шлюза Alvis. Так при выполнении вызова с цифрового телефона Definity (номер 7018 — плата 5, порт 2) на номер 1021, зарегистрированный на шлюзе, состояние СЛ в направлении шлюза изменится как показано на рисунке 10, где третий тайм слот потока E1 занят данным телефонным вызовом.



Member	Port	Service State	Mhce Connected Ports Busy
01/01	01A0301	in-service/idle	no
01/02	01A0302	in-service/idle	no
01/03	01A0303	in-service/active	no 01A0502
01/04	01A0304	in-service/idle	no

Рисунок 10 - Отображение исходящего вызова с цифрового абонентского окончания  
DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.10.2.10>

При выполнении аналогичного вызова с аналогового телефона УПАТС (номер 7020 — плата 7, порт 2) состояние данной СЛ отобразит активность в другом тайм слоте, инициированную другим абонентским окончанием.



01/03	01A0303	in-service/idle	no
01/04	01A0304	in-service/idle	no
01/05	01A0305	in-service/idle	no
01/06	01A0306	in-service/active	no 01A0702
01/07	01A0307	in-service/idle	no

Рисунок 11 - Отображение в транке E1 исходящего вызова с аналогового абонентского окончания  
DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.10.2.11>

Со стороны шлюза для данных вызовов невозможно получить столь же наглядного отображения и на экран просто выводится число произведенных и активных на данный момент времени вызовов.

### Обсуждение

Описанный подход и приведенная топология показывает возможность достаточно широкого использования УПАТС с PDH интерфейсом E1 и сигнализацией ISDN PRI, в составе VoIP телефонной сети. При этом благодаря

наличию качественного интерфейса для конфигурирования УПАТС оказывается возможным не только быстрая отладка достаточно сложных алгоритмов маршрутизации звонков, но и наглядное отображение информации о состоянии используемых интерфейсов.

Определенные ограничения, связанные со сравнительно небольшим количеством SIP телефонов и программных клиентов, которые могут быть зарегистрированы с использованием ресурсов самого шлюза, могут быть легко преодолены за счет использования SIP транков в направлении широкого класса устройств, поддерживающих VoIP технологии на основе протокола SIP, а также многочисленных провайдеров SIP телефонии.

Выявленные достаточно принципиальные ограничения, связанные с необходимостью использования для абонентов УПАТС фактически только одного варианта кодека — *alaw* — см. рисунок 3 (для УПАТС) и рисунок 6 (для Gateway), могут быть достаточно успешно преодолены за счет преобразования типа кодека средствами шлюза Alvis. В этом случае в SIP транке, направленном в сторону пакетной VoIP сети следует указать варианты кодеков, приемлемых для использования в пакетных сетях электросвязи и локальных радиосетях ориентированных на передачу речевых сообщений [9], как показано на рисунке 12.

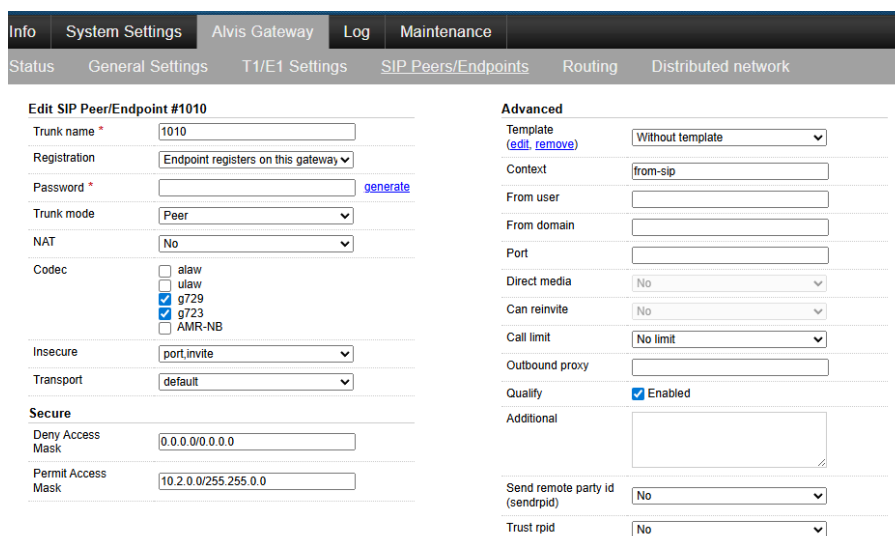


Рисунок 12 - Параметры интерфейса в направлении SIP VoIP сети  
DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.10.2.12>

Так, на рисунке 12 показано, что при задействовании сконфигурированного транка 1010 использование кодека *alaw* вообще не предполагается. Вместо этого для использования предлагаются кодеки *g.729* и *g.723*, активация одного из которых должна быть подтверждена со стороны оборудования пакетной сети связи.

Причем аналоговые абонентские телефонные аппараты, несмотря на их очевидную архаичность, также могут быть подключены в состав пакетной сети, но уже с использованием одноканальных FXS шлюзов [10]. Подобная ситуация становится актуальной, когда количество абонентских окончаний *M* становится незначительным ( $M < 10$ ) или требуется включить в пакетную сеть достаточно специфическое устройство, например такое, как факсимильный аппарат.

Обратная ситуация возникает в случае увеличения количества абонентских окончаний  $M > 100$ . В этом случае максимально возможного числа соединительных линий в потоке E1 ( $N=30$ ) может оказаться просто недостаточно для обеспечения приемлемого уровня отказов на доступ в пакетную сеть, организующую и поддерживающую взаимодействие с публичными сетями связи. Для инженерных расчетов можно исходить из условия  $N \sim \text{int}(M/5)$ , где  $\text{int}\{ \}$  означает целую часть от отношения, стоящего в скобках. При этом следует учитывать, что цифровые абонентские телефоны УПАТС могут одновременно обрабатывать три и более вызовов одновременно, а также позволяют проводить аудиоконференции с несколькими внешними абонентами.

Своеобразным резервом для рассмотренной топологии вполне способен стать второй интерфейс E1, имеющийся в составе использованного шлюза. Для его использования потребуется установить в состав станции вторую плату E1 (TN464F или TN2464BP), которую потребуется отконфигурировать аналогичным образом (в соответствии с рисунком 3). Одна сигнальная группа в УПАТС способна обеспечить работу обеих плат, т.е. двух потоков E1 [6], [7], однако шлюз Alvis такими возможностями не обладает. Это приводит к необходимости организации еще одного транка, управляемого отдельной сигнальной группой и последующему объединению транков в одном маршруте (см. рисунок 9 б). При этом маршруты, организуемые программным обеспечением шлюза (рисунок 8), могут дублировать друг друга и указывать в одном направлении.

Еще большую гибкость указанная топология приобретает в случае необходимости реализации такой технологии как Fixed Mobile Convergence (FMC) [11], когда вызовы в сети мобильных операторов должны быть выделены в отдельные направления. Такие направления могут быть сформированы в том числе и с помощью рассмотренного варианта шлюза за счет маршрутизации вызовов в различные пакетные сети, каждая из которых будет соответствовать



своему сотовому оператору. Число каналов одновременно работающих с каждой из упомянутых сетей должно определяться интенсивностью трафика в направлении подключенных операторов мобильной связи.

### Заключение

Таким образом, проведенный анализ и экспериментальная проверка возможности использования цифровых УПАТС, не имеющих в своем составе интерфейсов взаимодействия с пакетными VoIP сетями, продемонстрировали определенные достоинства, свойственные данным топологиям и основанные на значительной гибкости присутствующих в составе УПАТС PDH стыков, а также высокой универсальности телефонных сигнализаций, способных поддерживать многочисленные алгоритмы работы, получившие широкое распространение в сетях электросвязи.

Эффективность применения рассмотренной инфраструктуры определяется в основном количеством активно используемых абонентских телефонных окончаний УПАТС и может оставаться достаточно высокой в случаях заедания для связи с публичными сетями связи специального шлюзового оборудования.

При возрастании числа абонентских окончаний М в качестве резерва может быть использован второй поток Е1, присутствующий в составе шлюза Alvis и не задействованный в первоначальной конфигурации. Суммарное количество абонентских окончаний, работоспособность которых способна обеспечить рассмотренная топология в случае использования двух потоков Е1, может составлять 300 и более, в зависимости от интенсивности реальной звонковой нагрузки, формируемой как абонентами УПАТС, так и направленной со стороны публичных сетей связи.

Хотелось бы также отметить преимущества интерфейсов построенных с использованием технологий PDH [1], [2], [3], которые благодаря синхронизации в используемых интерфейсах, не знакомы ни с задержками при передаче речевой информации, ни с дрейфом задержки — джитором, столь характерным для пакетных сетей связи. Эти преимущества достигаются в том числе и ценой снижения эффективности используемых каналов связи по количеству обслуживаемых абонентов.

Технические требования к быстродействию интерфейса в направлении пакетной сети, которые безусловно должны соответствовать производительности задействованных PDH интерфейсов, предполагается подробно рассмотреть в последующих работах.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Гольдштейн Б.С. Системы коммутации / Б.С. Гольдштейн. — С-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. — 314 с.
2. Гольдштейн Б.С. Протоколы сети доступа Том 2 / Б.С. Гольдштейн. — С-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. — 288 с.
3. Крухмалев В.В. Цифровые системы передачи / В.В. Крухмалев, В.Н. Гордиенко, А.Д. Моченов. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2012. — 376 с.
4. ALVIS-GW-2E1 Руководство по настройке // Портал производителя оборудования Garant plus. — 2016. — URL: <http://mh.otx.ru/alvis-gateways/alvis-gw-2e1-details/>. (дата обращения: 25.11.25)
5. Alvis gw 2e1 r1 инструкция // Инструкции, руководства, мануалы. — 2017. — URL: <https://manuali.top/alvis-gw-2e1-r1-instrukciya>. (дата обращения: 10.11.25)
6. ATC Definity Avaya СМС ProLogix CSI // DEFINITY.RU: ATC Avaya Definity. — 1995. — URL: <https://definity.ru/>. (дата обращения: 30.10.25)
7. Тарасенкова Ю.В. Модернизация сети технологической связи на объектах железнодорожного транспорта с использованием технологии PON / Ю.В. Тарасенкова // Техник транспорта: образование и практика. — 2022. — № 4. — С. 417–423.
8. d-Link:Устройства VoIP. DPH-150s // d-Link: Официальный портал компании в РФ. — 2025. — URL: <https://dlink.ru/ru/products/8/2189.html?ysclid=mid2cu1o7k550510983>. (дата обращения: 12.01.26)
9. Дюжев А.А. Использование FXS шлюзов в составе VOIP SIP телефонных систем / А.А. Дюжев, Д.Ю. Черников // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции / Под ред. А.Г. Пимонова. — Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. — С. 13–16.
10. Галеев Р.Г. Радиотехнологии организации соединительных линий для автономных телекоммуникационных комплексов / Р.Г. Галеев, А.В. Туров, Д.Ю. Черников // Современные проблемы радиоэлектроники. Материалы XXIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, посвященной 127-й годовщине Дня радио / Под ред. Ф.В. Зандера. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2022. — С. 3–10.
11. Грудинин С.В. Технология конвергенции сетей фиксированной и мобильной связи: Исследовано в России / С.В. Грудинин, Д.Ю. Черников. — Москва: Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), 2006. — Т. 9. — 10 с.



### Список литературы на английском языке / References in English

1. Gol'dshtejn B.S. Sistemy' kommutatsii [Switching systems] / B.S. Gol'dshtejn. — S-Peterburg: BXV-Peterburg, 2014. — 314 p. [in Russian]
2. Gol'dshtejn B.S. Protokoly' seti dostupa Tom 2 [Access Network Protocols Volume 2] / B.S. Gol'dshtejn. — S-Peterburg: BXV-Peterburg, 2014. — 288 p. [in Russian]
3. Krukhmalev V.V. Tsifrovie sistemi peredachi [Digital transmission systems] / V.V. Krukhmalev, V.N. Gordienko, A.D. Mochenov. — Moscow: Goryachaya liniya-Telekom, 2012. — 376 p. [in Russian]
4. ALVIS-GW-2E1 Rukovodstvo po nastrojke [ALVIS-GW-2E1 Setup Guide] // Garant plus equipment manufacturer's portal. — 2016. — URL: <http://mh.otx.ru/alvis-gateways/alvis-gw-2e1-details/>. (accessed: 25.11.25) [in Russian]
5. Alvis gw 2e1 r1 instrukciya [Alvis gw 2e1 r1 instructions] // Instructions, manuals, manuals. — 2017. — URL: <https://manuali.top/alvis-gw-2e1-r1-instrukciya>. (accessed: 10.11.25) [in Russian]
6. ATS Definity Avaya CMC ProLogix CSI [ATC Definity Avaya CMC ProLogix CSI] // DEFINITY.RU: ATC Avaya Definity. — 1995. — URL: <https://definity.ru/>. (accessed: 30.10.25) [in Russian]
7. Tarasenkova Yu.V. Modernizatsiya seti tekhnologicheskoi svyazi na obektakh zheleznodorozhnogo transporta s ispolzovaniem tekhnologii PON [Modernization of the technological communication network at railway facilities using PON technology] / Yu.V. Tarasenkova // Tekhnik transporta: obrazovanie i praktika [Transport technician: education and practice]. — 2022. — № 4. — P. 417–423. [in Russian]
8. d-Link:Ustrojstva VoIP. DPH-150s [d-Link:VoIP devices. DPH-150s] // d-Link: The official portal of the company in the Russian Federation. — 2025. — URL: <https://dlink.ru/ru/products/8/2189.html?ysclid=mid2cu1o7k550510983>. (accessed: 12.01.26) [in Russian]
9. Dyuzhev A.A. Ispolzovanie fxs shlyuzov v sostave voip sip telefonnykh sistem [Using FXS gateways as part of VOIP SIP telephone systems] / A.A. Dyuzhev, D.Yu. Chernikov // Information and telecommunication systems and technologies. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference / Ed. by A.G. Pimonov — Kemerovo: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, 2021. — P. 13–16. [in Russian]
10. Galeev R.G. Radiotekhnologii organizatsii soedinitelnykh linii dlya avtonomnykh telekommunikatsionnykh kompleksov [Radio technologies for the organization of connecting lines for autonomous telecommunication complexes] / R.G. Galeev, A.V. Turov, D.Yu. Chernikov // Modern problems of radio electronics. Proceedings of the XXIII All-Russian Scientific and Technical Conference with International participation dedicated to the 127th anniversary of Radio Day / Ed. by F.V.Zander — Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2022. — P. 3–10. [in Russian]
11. Grudin S.V. Tekhnologiya konvergentsii setei fiksirovannoi i mobilnoi svyazi [Technology of convergence of fixed and mobile communication networks]: Researched in Russia / S.V. Grudin, D.Yu. Chernikov. — Moscow: Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), 2006. — Vol. 9. — 10 p. [in Russian]