

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО СВЯЗИ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
им. проф. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»

---

*Б.С. Гольдштейн  
В.Ю. Гойхман  
Д.Н. Онучина*

## **ПРОТОКОЛ SIP**

### **Учебное пособие**

*Рекомендовано УМО по образованию в области телекоммуникаций  
в качестве учебного пособия для подготовки бакалавров  
и магистров техники и технологии и дипломированных специалистов  
по направлению 210400 "Телекоммуникации" специальности:  
210406 "Сети связи и системы коммутации»,  
210404 "Многоканальные телекоммуникационные системы",  
210402 "Средства связи с подвижными объектами»,  
210407 "Эксплуатация средств связи»  
и по направлению подготовки дипломированных специалистов,  
по направлению 230100 "Информатика и вычислительная техника» специальности:  
230101 "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети",  
230102 "Автоматизированные системы обработки информации и управления",  
230105 "Программное обеспечение вычислительной техники  
и автоматизированных систем"*

Санкт-Петербург  
2011

УДК 621.395:658.512.22  
ББК 32.882  
Г63

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *В.В. Лебедев* (СибГУТИ)  
кандидат технических наук, доцент *О.Г. Шерстенева* (СибГУТИ)

*Утверждено  
редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия*

Г63 Протокол SIP: учебное пособие / *Б.С. Гольдштейн, В.Ю. Гойхман, Д.Н. Онучина*; ГОУВПО СпбГУТ. – СПб, 2011.

Содержится учебный материал о протоколе сигнализации SIP для сетей связи следующего поколения NGN. Процесс обучения строится на основе программируемого интерактивного обучающего комплекса СОТСБИ-У с привлечением учебной лабораторной установки типа Протей-іМАК и тестовой платформы SNTlite. Приводятся планы проведения адаптируемого к слушателю интерактивного обучения, практических и лабораторных занятий, заключительного коллоквиума.

**УДК 621.395:658.512.22**  
**ББК 32.882**

© В.Ю. Гойхман, Б.С. Гольдштейн, Д.Н. Онучина, 2011  
© Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет  
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», 2011

## ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

ЕСЭ РФ	Единая сеть электросвязи Российской Федерации;
КПВ	контроль посылки вызова;
ЛВС	локальная вычислительная сеть (LAN);
МАК	мультисервисный абонентский концентратор;
МК	мультисервисный коммутатор доступа;
ОКС7	общеканальная сигнализация №7;
ПК	персональный компьютер (PC);
ССОП	сеть связи общего пользования;
ТфОП	телефонная сеть общего пользования;
ЦОВ	центр обслуживания вызовов;
DSS1	Digital Subscriber Signaling #1 – цифровая абонентская сигнализация №1;
HTTP	HyperText Transport Protocol – гипертекстовой транспортный протокол;
IETF	Internet Engineering Task Force – группа стандартизации TCP/IP в составе рабочей группы, занимающейся базами информации эксплуатационного управления;
ISDN	Integrate Service Digital Network – цифровая сеть интегрального обслуживания;
NGN	Next Generation Network – инфокоммуникационная сеть нового поколения;
P2PE	Peer-to-Peer Education – обучение по принципу «диалога»;
RFC	Request For Comment - выпускаемые IETF документы, определяющие Интернетстандарты, инструкции, отчеты рабочих групп и т.д.;
SDP	Session Description Protocol - протокол описания сеансов связи (SIP);
SIP	Session Initiation Protocol – протокол инициирования сеансов связи;
SIPT	SIP for Telephony (IETF Draft) - протокол SIP для телефонной связи;
SNT <i>lite</i>	Signaling Network Tester – протокол-тестер систем сигнализации ЕСЭ РФ;
UA	User Agent - агент пользователя;
UAC	User Agent Client - клиент агента пользователя;
UAS	User Agent Server - сервер агента пользователя;
URI	Universal Resource Identificator - универсальный идентификатор ресурса.

# 1. ПРОТОКОЛ СИГНАЛИЗАЦИИ SIP

## 1.1. Общие сведения о протоколе

SIP (Session Initiation Protocol) – управляющий протокол уровня приложений, который предназначен для установления, модификации и завершения мультимедийных сеансов связи с одним или несколькими участниками. Эти сеансы могут включать в себя мультимедийные конференции, дистанционное обучение, телефонную связь через Интернет, распространение мультимедийного контента и т.п. Подробное описание этого протокола приведено в [1].

Протокол SIP поддерживает следующие сетевые возможности:

- персональная мобильность пользователей – пользователи могут неограниченно перемещаться в пределах сети, а услуги связи предоставляются пользователям в любом месте сети, для чего каждому пользователю присваивается один уникальный идентификатор;
- масштабируемость сети – в первую очередь, характеризуется возможностью увеличения количества элементов сети при её расширении, что в полной мере обеспечивает серверная структура сети, построенной на базе протокола SIP;
- расширяемость протокола – характеризуется возможностью дополнения протокола с целью введения новых услуг, а также для адаптации протокола к работе с непредусмотренными прежде приложениями;
- интеграция в стек TCP/IP существующих протоколов Интернет, разработанных комитетом Internet Engineering Task Force (IETF);
- взаимодействие с другими протоколами сигнализации, включая протокол H.323 и системы общеканальной сигнализации DSS1 и OKS7, причем для упрощения процедуры взаимодействия сигнальные сообщения протокола SIP могут переносить не только специфический SIP-адрес, но и телефонный номер формата E.164 или любого другого формата.

## 1.2. Архитектура сети

Основными элементами сети SIP-телефонии являются терминалы и серверы. Функционально SIP-серверы подразделяются на прокси-серверы, серверы переадресации, серверы регистрации и серверы определения местонахождения объекта (рис. 1.1.).

Физически эти элементы могут быть реализованы на базе серверов локальной сети, которые, кроме выполнения своих основных функций, будут также обрабатывать SIP-сообщения. К тому же, несколько функциональных SIP-серверов могут быть выполнены в одном физическом элементе.

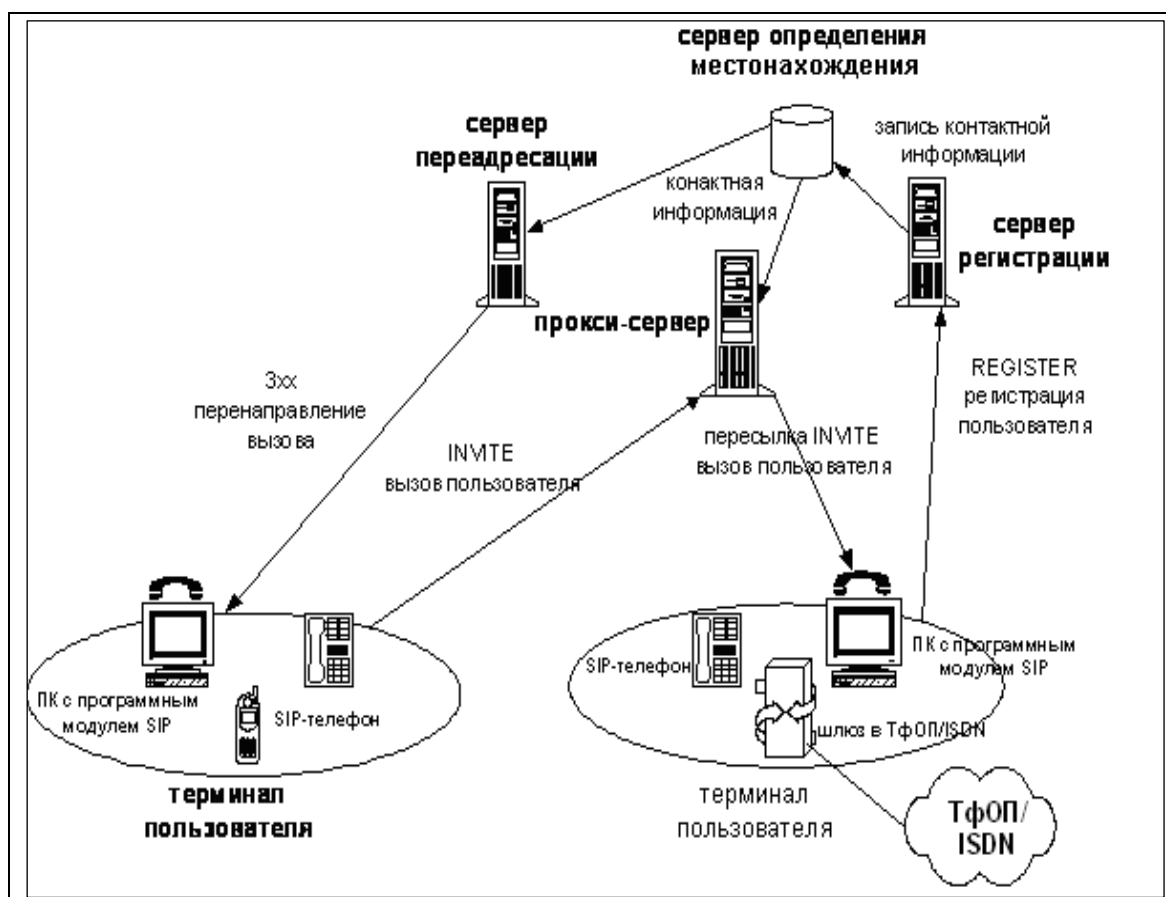


Рис. 1.1. Архитектура сети SIP

Терминалы могут быть двух типов: ПК, оснащённый необходимыми аппаратными средствами и программным модулем SIP (UA) или SIP- телефон, подключающийся непосредственно к ЛВС. Управление обслуживанием вызова распределено между разными элементами сети SIP. Основным функциональным элементом, реализующим функции управления соединением, является терминал. Остальные элементы сети отвечают за маршрутизацию вызовов, а в некоторых случаях предоставляют дополнительные услуги.

### **Терминал**

В случае, когда клиент и сервер реализованы в оконечном оборудовании пользователя, они называются, соответственно, клиентом агента пользователя – User Agent Client (UAC) и сервером агента пользователя – User Agent Server (UAS). Если в устройстве присутствуют и сервер UAS, и клиент UAC, то оно называется агентом пользователя – User Agent (UA), а по своей сути представляет собой терминальное оборудование SIP.

### ***Прокси-сервер***

Прокси-сервер представляет интересы пользователя в сети. Он принимает запросы, обрабатывает их и, в зависимости от типа запроса, выполняет определенные действия. Это может быть поиск и вызов пользователя, маршрутизация запроса, предоставление услуг и т.д. Прокси-сервер состоит из клиентской и серверной частей, поэтому может принимать вызовы, инициировать собственные запросы и передавать ответы. Прокси-сервер взаимодействует с сервером определения местонахождения, имеющим сведения о том, где в настоящий момент находится пользователь. Предусмотрено два типа прокси-серверов – с сохранением состояний (stateful) и без сохранения состояний (stateless).

### ***Сервер переадресации***

Сервер переадресации предназначен для определения текущего адреса вызываемого пользователя. Вызывающий пользователь передает к серверу сообщение с общеизвестным адресом вызываемого пользователя, а сервер обеспечивает переадресацию вызова на текущий адрес этого пользователя. Для реализации этой функции сервер переадресации должен воспользоваться услугой определения местонахождения. Сервер переадресации не содержит клиентскую часть программного обеспечения. В случае если текущий адрес вызываемого пользователя известен, сервер переадресации не используется.

### ***Сервер определения местонахождения пользователей***

Пользователь может перемещаться в пределах сети, поэтому необходим механизм определения его местонахождения в текущий момент времени. Для хранения текущего адреса пользователя служит сервер определения местонахождения пользователей, представляющий собой базу данных адресной информации. Кроме постоянного адреса пользователя, в этой базе данных может храниться один или несколько текущих адресов.

### ***Сервер регистрации***

Регистрирующий сервер, называемый registrar, предназначен для внесения по инициативе пользователя изменений в базу данных сервера определения местонахождения нужного домена. Обращаясь к серверу регистрации, пользователь может указать адрес (адреса), где его можно найти в текущее время. Как правило, сервер регистрации совмещается с прокси-сервером домена и выполняется в виде модуля регистрации при прокси-сервере.

### 1.3. Структура протокола

В некотором смысле прародителем протокола SIP является протокол HTTP. Протокол SIP унаследовал от него синтаксис и принцип «клиент-сервер» (рис. 1.2).

Клиент отправляет запросы, в которых указывает, что он желает получить от сервера. Сервер принимает запрос, обрабатывает его и отправляет ответ, который может содержать уведомление об успешном выполнении запроса, уведомление об ошибке или информацию, затребованную клиентом.

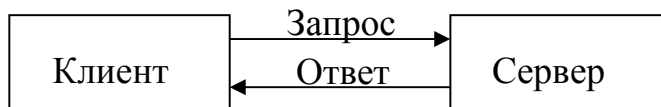


Рис. 1.2. Принцип «клиент-сервер»

#### **Транзакции**

SIP – протокол, ориентированный на транзакции: взаимодействие между элементами сети происходит путем периодического обмена сообщениями. Транзакция состоит из запроса и любого количества ответов на него. Обязательно должен присутствовать один (и только один) окончательный ответ и, опционально, один или несколько предварительных ответов. Транзакция имеет клиентскую сторону и серверную сторону, соответственно, они носят название клиентской транзакции и серверной транзакции. Клиентская транзакция занимается отправкой запросов, а серверная транзакция – отправкой ответов. Они создаются агентами пользователя и прокси-серверами с сохранением состояний (stateful).

#### **Адресация**

Для организации взаимодействия с существующими приложениями IP-сетей и для обеспечения мобильности пользователей протокол SIP использует адрес, подобный адресу электронной почты. В качестве адресов рабочих станций используются универсальные идентификаторы ресурсов – так называемые SIP URI.

SIP-адреса бывают четырех типов:

- имя@домен
- имя@хост
- имя@IP-адрес
- номер\_телефона@шлюз

Таким образом, адрес состоит из двух частей. Первая часть – это имя пользователя, зарегистрированного в домене или на рабочей станции. Во второй части адреса указывается имя домена, рабочей станции или шлюза. Если вторая часть адреса идентифицирует какой-либо шлюз, то в первой указывается телефонный номер абонента. В начале SIP-адреса ставится слово «sip:», указывающее, что используется схема адресации SIP, так как бывают и другие схемы адресации (например, «mailto:»).

Примеры адресации протокола SIP:

sip:userA@loniis.ru sip:userB@192.168.0.14 sip:387-76-58@gateway.ru

Протокол SIP предоставляет также возможность использования URI, гарантирующего защиту передаваемой информации, который называется SIPS URI. Например, sips:userB@domainB.ru. В случае, если вызов осуществляется с терминала с идентификатором SIPS URI, то он будет проходить при использовании транспортного протокола TLS, обеспечивающего защиту и шифрование всех SIP-сообщений, переданных от вызывающего пользователя в домен вызываемого пользователя. В пределах домена вызываемого пользователя механизмы обеспечения безопасности зависят от внутренней политики домена.

## 1.4. Сообщения

### *Структура*

Протокол SIP – это текстовый протокол, использующий набор символов ISO 10646 в кодировке UTF-8. Сообщения SIP представляют собой либо запрос от клиента серверу, либо ответ сервера клиенту.

Запросы и ответы используют один базовый формат сообщения, одинаковый, несмотря на различия в наборе символов и синтаксисе (рис. 1.3). Сообщения обоих типов состоят из: стартовой строки, одного или нескольких полей заголовков, пустой строки, обозначающей конец полей заголовков, тела сообщения (необязательно).

Стартовая строка	Заголовки	Пустая строка	Тело сообщения
------------------	-----------	---------------	----------------

Рис. 1.3. Структура сообщения протокола SIP

Стартовая строка представляет собой начальную строку любого SIP-сообщения. Если сообщение является запросом, в этой строке указывается тип запроса, адресат и номер версии протокола. Если сообщение является ответом на запрос, в стартовой строке указывается номер версии протокола, тип ответа и его короткая расшифровка, предназначенная только для пользователя. Заголовки сообщений служат для передачи информации об отправителе, адресате, пути следования и других сведений, т.е. переносят необходимую для обслуживания данного сообщения информацию.

Характеристики сеанса связи, такие как тип медиа-информации, используемый кодек или частота дискретизации, не описываются средствами SIP. Тело SIP сообщения содержит описание сессии, выполненное в формате другого протокола. Один из таких протоколов – Session Description Protocol (SDP). SDP-сообщение переносится SIP-сообщением так же, как документ, прикрепленный к сообщению электронной почты, или веб-страница, переносимая в сообщении протокола HTTP.

## Формат заголовков

Каждое поле заголовка состоит из имени поля, символа «двоеточие» и значения поля.

*Имя заголовка: значение заголовка.*

Порядок следования заголовков не имеет значения. Однако рекомендуется размещать поля заголовков, которые требуются для обработки прокси-серверу (Via, Route, Record-Route, Proxy-Require, Max-Forwards, Proxy-Authorization и другие), в начале сообщения для ускорения анализа и обработки.

Формат значения заголовка зависит от имени заголовка. Большинство существующих полей заголовков придерживается общего формата для значений, основанного на последовательности пар *имя параметра – значение параметра*, разделённых знаком точка с запятой.

*Имя заголовка: значение заголовка; имя параметра=значение параметра; имя параметра=значение параметра...*

Имена полей заголовков, значения полей, имена параметров и значения параметров могут быть написаны в любом регистре.

## Назначение и формат запросов

### Стартовая строка Request-Line

Подробное описание всех запросов протокола приведено в [1]. SIP-запросы характеризуются наличием стартовой строки Request-Line (рис. 1.4). Request-Line состоит из названия типа запроса, Request-URI и версии протокола, разделённых пробелом. Она заканчивается символами возврата каретки и перевода строки (CRLF).

Тип запроса	Пробел	Request-URI	Пробел	Версия протокола	CRLF
-------------	--------	-------------	--------	------------------	------

Рис. 1.4. Стартовая строка Request-Line

В базовой рекомендации IETF RFC 3261 определены запросы 6 типов: REGISTER, INVITE, ACK CANCEL, BYE и OPTIONS. Сервер определяет тип принятого запроса по названию, указанному в стартовой строке.

### Request-URI

Request-URI указывает пользователя или услугу – адресата запроса. Элементы сети SIP могут поддерживать поля Request-URI со схемами, отличными от «sip» и «sips», например «tel».

### Версия протокола

И запросы, и ответы содержат идентификатор версии SIP-протокола. Приложения, посылающие SIP-сообщения, указывают в поле SIP-Version значение «SIP/2.0».

### *Запрос INVITE*

Запрос INVITE – приглашает пользователя принять участие в сеансе связи (рис. 1.5).

```
INVITE sip:userB@domainB.ru SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP domainA.ru;branch=z9hG4bK776asdhds
Max-Forwards: 70
To: User B <sip:userB@domainB.ru>
From: User A <sip:userA@domainA.ru>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@domainA.ru
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:userA@domainA.ru>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 142
```

В теле сообщения обычно содержится описание сессии, в котором указывается предлагаемый вид медиа-информации и её параметры. В этом сообщении могут содержаться также данные, необходимые для аутентификации абонента и, следовательно, доступа клиентов к SIP-серверу. В случае необходимости изменения характеристик уже организованных сессий посылается запрос INVITE с новым описанием сессии.

### *Запрос ACK*

Запрос ACK подтверждает прием ответа на команду INVITE. Этим сообщением UA вызывающего пользователя показывает, что он получил окончательный ответ на свой запрос INVITE. В запросе ACK может содержаться окончательное описание сессии (подробнее о назначении запроса ACK см. в разделе «Основные процедуры»).

### *Запрос CANCEL*

Запрос CANCEL отменяет обработку ранее переданных запросов с такими же, как и в запросе CANCEL значениями полей Call-ID, To, From и CSeq (подробнее о назначении запроса CANCEL см. в разделе «Основные процедуры»).

### *Запрос BYE*

Сообщением BYE агент пользователя завершает соединение. Сторона, получившая запрос BYE, должна прекратить передачу медиа-информации и передать ответ с кодом 200 (OK) (подробнее об этом см. в разделе «Основные процедуры»).

### *Запрос REGISTER*

С помощью запроса REGISTER UA выполняет процедуры, связанные с регистрацией (подробнее об этом см. в разделе «Основные процедуры»).

### *Запрос OPTIONS*

Сообщением OPTIONS вызываемый пользователь запрашивает информацию о возможностях терминального оборудования вызываемого

пользователя. В ответ на запрос оборудование вызываемого пользователя передает требуемую информацию.

### *Запрос INFO*

После испытания протокола SIP на реальных сетях оказалось, что для решения ряда задач вышеуказанных шести запросов недостаточно. Поэтому организацией IETF вводятся новые сообщения протокола. Ими являются: INFO, PRACK, UPDATE, SUBSCRIBE, NOTIFY, REFER, MESSAGE.

Запрос INFO предназначен для обмена сигнальной информацией по сигнальному тракту SIP при установлении и поддержании соединения. Запрос INFO не изменяет состояния SIP-вызовов, так же как не изменяет состояния сессий, инициированных при помощи протокола SIP. Однако он обеспечивает передачу дополнительной информации прикладного уровня, которая в дальнейшем может способствовать более производительному функционированию приложений, использующих протокол SIP для доставки этой информации. В ходе сессии информация может быть передана или в заголовке сообщения INFO, или в части тела сообщения. В случае успеха UAS должен послать ответ на сообщение INFO с кодом 200

### *Запрос PRACK*

Предварительные ответы в SIP обеспечивают передачу информации о текущей стадии обработки запроса, но пересылаются не надёжно. Однако в некоторых случаях, включая взаимодействие с ТфОП, необходим механизм обеспечения надёжности передачи предварительных ответов. Механизм надёжности работает по схеме, сходной с существующими механизмами надёжности для окончательных ответов 2xx на запрос INVITE. Надёжные предварительные ответы повторно передаются пользователю транзакций с интервалом, возрастающим по экспоненте. Повторные передачи прекращаются, когда принимается сообщение PRACK. Запрос PRACK играет ту же роль, что и ACK, но для предварительных ответов.

### *Запрос UPDATE*

Часто возникают случаи, когда необходимо изменить некоторые параметры сессии до приема окончательного ответа на INVITE. После установления диалога, уже подтверждённого или находящегося на ранней стадии, вызывающая сторона может создать запрос UPDATE, который содержит информацию offer (предложение с описанием сеанса связи в формате SDP), предназначенную для обновления параметров сессии. Ответ на этот запрос переносит информацию answer (ответ на предложение с указанием принятых параметров – тоже в формате SDP). Подобным образом, после установления диалога вызываемая сторона может послать запрос UPDATE с информацией offer, а вызывающая сторона поместит answer в ответ 2xx на UPDATE.

### Запросы *SUBSCRIBE* и *NOTIFY*

Запрос *SUBSCRIBE* используется для запроса информации о текущем состоянии и информации об обновлениях состояния удалённого узла. Запрос должен быть подтверждён окончательным ответом. Если уведомитель способен незамедлительно установить, что он поддерживает функцию извещения о событиях определённого типа (*event package*), то он создаёт подписку (в случае необходимости диалога) и передает ответ 2xx. После того как подписка была успешно создана или обновлена, уведомитель должен незамедлительно послать сообщение *NOTIFY*, чтобы сообщить подписчику текущее состояние ресурса. Когда происходит изменение в состоянии, на контроль которого была открыта подписка, подписчику также направляется запрос *NOTIFY*. После того как подписчик примет уведомление, он должен передать ответ с кодом 200 (OK), как это показано на рис. 1.6.

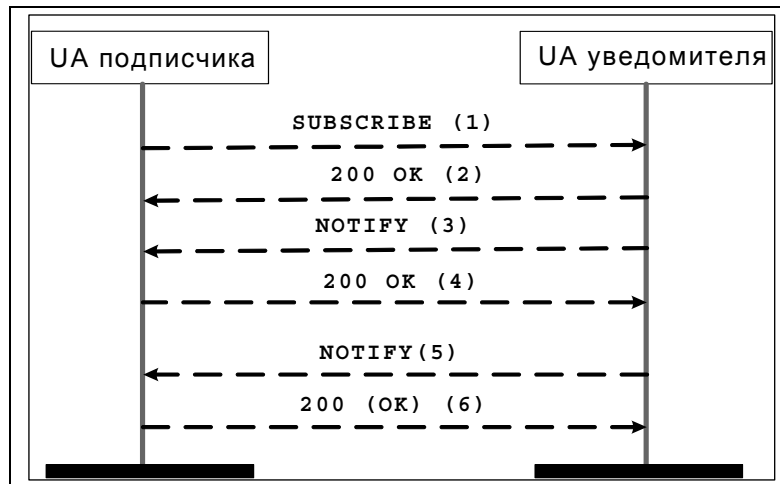


Рис. 1.6. Процедура подписки на предоставление информации

### Запрос *REFER*

Запрос *REFER* предписывает получателю связаться с третьей стороной, используя контактную информацию, которая содержится в сообщении. Такой механизм может быть использован для многих целей, включая переадресацию вызова (*Call Transfer*). В запрос *REFER* включается заголовок *Refer-To*, содержащий адрес третьей стороны. Если запрос принят, сервер UA должен передать ответ с кодом 202 (*Accepted*). Вслед за этим UA получателя создаёт подписку (рис. 1.7).

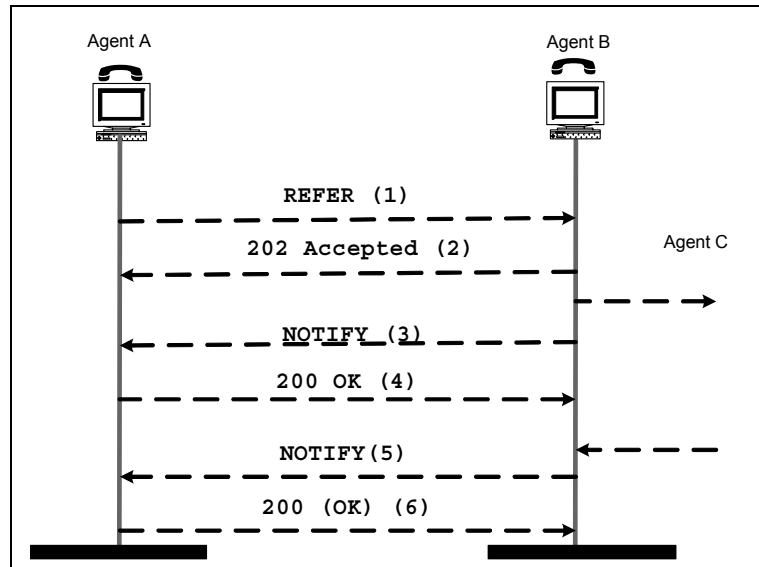


Рис. 1.7. Процедура переадресации вызова

Подписка, создаваемая запросом REFER, по своей сути является такой же, как подписка, создаваемая запросом SUBSCRIBE. REFER – это только механизм, который создаёт подписку на контроль события переадресации вызова – «refer». Создание подписки влечёт за собой отправку запроса NOTIFY. Механизм отправки сообщений NOTIFY используется для извещения UA, передавшего REFER, о статусе переадресованного вызова. NOTIFY содержит тело сообщения типа message/sipfrag, содержащее исчерпывающую информацию о состоянии переадресуемого вызова. Запрос NOTIFY может быть создан всякий раз, когда появляется новая информация о последовательности событий переадресации вызова.

### *Запрос MESSAGE*

Интерактивный обмен текстовыми сообщениями (Instant Messaging) происходит между общающимися пользователями в режиме, близком к реальному времени. В SIP запрос типа MESSAGE предназначен для передачи мгновенных текстовых сообщений. Тело сообщения включает в себя текстовое сообщение, которое необходимо доставить. Получив запрос, UA получателя перейдёт к его обработке и в случае успеха отправит окончательный ответ с кодом 200 (OK). Это означает, что текстовое сообщение доставлено пользователю, но не указывает на то, что пользователь с ним ознакомился.

### ***Назначение и формат ответов на запросы***

Ответы содержат те же значения заголовков To, From, Call-ID, Cseq и параметра «branch» в заголовке Via, что и в запросе, на который они были отправлены, что позволяет коррелировать ответ с посланным запросом.

### *Стартовая строка Status-Line*

Характерное отличие SIP-ответов от запросов – это наличие строки состояния Status-Line в стартовой строке (рис. 1.8). Status-Line составляют: идентификатор версии протокола и код ответа (Status-Code) со связанной с

ним текстовой расшифровкой (Reason-Phrase), разделённые пробелом. Символы возврата каретки (CR) и перевода строки (LF) могут использоваться только совместно в завершающей строку последовательности CRLF.

Версия протокола	Пробел	Status-Code	Пробел	Reason-Phrase	CRLF
------------------	--------	-------------	--------	---------------	------

Рис. 1.8. Строка ответа Status-Line

Код ответа – это целое трёхзначное число, отражающее результат обработки запроса сервером. Reason-Phrase даёт краткое описание статус-кода и предназначена для визуального восприятия пользователем в отличие от Status-Code, который служит для оповещения технических устройств. К формулировке Reason-Phrase не предъявляется жестких требований: фирмы-производители вправе выбрать любой текст на произвольном национальном языке, указанном в поле заголовка Accept-Language запроса.

Первая цифра статус-кода определяет класс ответа. Оставшиеся две цифры носят дополнительный характер и служат для упорядочения кодов в пределах категории. Определено шесть классов ответов, которые несут различную функциональную нагрузку. Все ответы делятся на два типа: информационные и окончательные. Информационные ответы показывают, что запрос находится в стадии обработки. Окончательные ответы означают завершение обработки запроса, а каждый из них в отдельности – результат обработки запроса. Значение каждого ответа подробно описано в [1].

*Информационные или предварительные ответы (1xx)*

Информационные или предварительные ответы (табл. 1.1) содержат информацию о том, что запрашиваемый сервер находится на стадии обработки запроса и не может в данный момент дать окончательный ответ. Как правило, сервер посылает 1xx ответ, если он предполагает, что формирование финального ответа займёт более 200 мс.

Таблица 1.1

Некоторые информационные ответы

Код	Значение
100	Trying. Запрос обрабатывается. Например, сервер обращается к базе данных, но местонахождение вызываемого пользователя в настоящий момент не определено
180	Ringinɡ. Местонахождение вызываемого пользователя определено. Вызываемый пользователь получает сигнал о входящем вызове от своего UA
183	Session Progress. Этот ответ используется для того, чтобы заранее получить от шлюзов, стоящих на пути к вызываемому пользователю, описание сессии (SDP-описание) для проключения разговорного тракта в предответном состоянии (например, речевые подсказки при связи с Call-центром)

*Ответы об успешной обработке запроса (2xx)*

Ответы 2xx (табл. 1.2) означают, что запрос был успешно обработан.

Таблица 1.2

Ответы об успешной обработке запроса

Код	Значение
200	OK. Запрос успешно выполнен
202	Accepted. Запрос принят для обработки, но она еще не завершена. Неизвестно, будет ли выполнен запрос, поскольку после завершения обработки он может быть отклонён

*Ответы переадресации вызова (3xx)*

Ответы 3xx (табл. 1.3) информируют оборудование вызывающего пользователя о новом местонахождении вызываемого пользователя и об альтернативных услугах, с помощью которых может быть обслужен вызов.

Таблица 1.3

Некоторые ответы переадресации вызова

Код	Значение
300	Multiple Choices. Вызываемый пользователь доступен по нескольким адресам. Эти адреса передаются вызывающему пользователю, и тот может выбрать один из них, чтобы направить вызов по этому адресу
302	Moved Temporarily. Вызываемый пользователь временно изменил свое местонахождение и может быть найден по адресу, указанному в заголовке Contact ответа

*Ответы при ошибке в запросе (4xx)*

Ответы 4xx (табл. 1.4) информируют пользователя о том, что в запросе обнаружена ошибка. После получения такого ответа пользователь не должен передавать тот же самый запрос, на который был получен ответ 4xx, без его модификации.

Таблица 1.4

Некоторые ответы «Ошибка в запросе»

Код	Значение
400	Bad Request. В запросе обнаружена синтаксическая ошибка
401	Unauthorized. Запрос требует проведения процедуры ауторизации пользователя
404	Not Found. Вызываемый пользователь не обнаружен. Сервер не обнаружил вызываемого пользователя в домене, указанном в поле Request-URI
407	Proxy Authentication Required. Перед вызовом вам требуется пройти процедуру аутентификации
480	Temporarily Unavailable. Соединение с оконечным терминалом установлено успешно, но пользователь в данное время не доступен (например, находится вне системы или находится в системе, но в состоянии, препятствующем связи с ним, или активизировал опцию «Не беспокоить»)
481	Call/Transaction Does Not Exist. Сервер получил запрос, не относящийся к текущему диалогу или транзакции. Запрос отбрасывается

Код	Значение
486	Busy Here. Вызываемый пользователь в данный момент либо не желает, либо не имеет возможности принять еще один вызов в дополнение к уже принятым
487	Request Terminated. Запрос был сброшен сообщением BYE или CANCEL

#### *Ответы об отказе сервера (5xx)*

Ответы 5xx (табл. 1.5) информируют, что запрос не может быть обработан из-за отказа сервера.

Таблица 1.5

#### Некоторые ответы «Отказ сервера»

Код	Значение
500	Server Internal Error. Внутренняя ошибка сервера
501	Not Implemented. Сервер не может обслужить запрос, потому что в сервере не реализованы соответствующие функции
503	Service Unavailable. Обслуживание временно невозможно вследствие перегрузки или из-за проведения технического обслуживания

#### *Ответы о полной невозможности установить соединение (6xx)*

Ответы 6xx (табл. 1.6) информируют, что передаваемый пользователем запрос не может быть обслужен ни одним сервером. Соединение с вызываемым пользователем установить невозможно.

Таблица 1.6

#### Ответы о полной невозможности установить соединение

КОД	Значение
600	Busy Everywhere. Вызываемый пользователь занят и в данный момент не желает принимать вызов
603	Decline. Вызываемый пользователь не может или не желает принять входящий вызов, не указывая причину отказа
604	Does Not Exist Anywhere. Вызываемый пользователь не существует
606	Not Acceptable. Соединение с сервером было установлено, но отдельные элементы описания сеанса связи, такие как тип запрашиваемой информации, полоса пропускания, вид адресации не допустимы

#### *Заголовки сообщений*

В заголовках содержится информация, необходимая для корректной обработки сообщений.

#### *Заголовок Via*

Содержит адрес, на который пользователь, отправивший запрос, ожидает получить ответы. Он содержит также параметр «branch», идентифицирующий транзакцию. Прокси-сервер при передаче запроса добавляет в него заголовок Via, содержащий свой собственный адрес. При передаче ответов на запрос прокси-сервер использует значение в заголовке Via для того, чтобы определить, куда посылать ответ, и удаляет свой собственный адрес, находящийся на первом месте.

### *Заголовок To*

Указывает желаемого логического получателя запроса, или общеизвестный адрес получателя, или адрес ресурса. Запросы вне диалога не должны содержать параметра «tag» в поле To.

### *Заголовок From*

Содержит логический идентификатор инициатора сообщения, возможно, общеизвестный адрес вызывающего пользователя. Поле From должно содержать новый параметр «tag», выбранный клиентом UA.

### *Заголовок Call-ID*

Содержит уникальный идентификатор вызова, представляющий собой сочетание строки со случайным значением и имя или IP-адрес узла, на котором установлено SIP-приложение. Комбинация «tag» заголовка To, «tag» заголовка From и Call-ID полностью описывает отношения между равноправными SIP-элементами пользователей А и В и определяет диалог.

### *Заголовок CSeq*

Содержит порядковый номер и указание типа запроса. Порядковый номер увеличивается на единицу для каждого нового запроса в диалоге.

### *Заголовок Contact*

Содержит универсальный идентификатор ресурса, представляющий собой адрес, по которому возможно связаться с пользователем в текущий момент времени. Тогда как значение заголовка Via указывает другим элементам, куда отправлять ответы, значение заголовка Contact информирует другие элементы о том, куда посылать будущие запросы.

### *Заголовок Max-Forwards*

Служит для ограничения числа пересылок, которые может пройти запрос на пути к месту назначения.

### *Заголовок Content-Type*

Заголовок Content-Type содержит сведения о типе тела сообщения.

### *Заголовок Content-Length*

Заголовок Content-Length указывает длину тела сообщения в байтах.

## **1.5. Основные процедуры**

### ***Регистрация***

Регистрация подразумевает посылку сообщения REGISTER серверу определённого типа, который называется сервером регистрации (registrar). Он принимает запросы REGISTER и предоставляет информацию из них серверу определения местоположения контролируемого домена.

Впоследствии информацией, сохранённой на сервере определения местонахождения, пользуется прокси-сервер, ответственный за доставку за-

просов в этот домен. Запросы REGISTER добавляют, удаляют и изменяют связки в базе данных сервера определения местонахождения. Регистрация может также быть произведена независимой третьей авторизованной стороной. Ответ класса 2xx на REGISTER содержит заголовок Contact со списком всех текущих контактных адресов, поставленных в соответствие общеизвестному адресу.

#### *Формат запроса Register:*

Поле Request-URI сообщает имя домена определения местонахождения, для которого предназначена регистрация. Пользовательская часть и «@» SIP-адреса не должны присутствовать в поле Request-URI. Заголовок To указывает тот общеизвестный адрес, в отношении которого проводится процедура регистрации. Заголовок From содержит общеизвестный адрес отправителя запроса; совпадает с заголовком To, кроме случая, когда регистрация производится третьей стороной. Запрос REGISTER может включать в себя заголовок Contact, содержащий ноль и более контактных адресов. Параметр «expires» заголовка определяет время действия связки URI пользователя-адрес его местонахождения, непонятные значения параметра должны заменяться величиной 3600.

Для удаления существующих связок отправляется запрос REGISTER, в котором время действия регистрации определено равным нулю.

#### ***Инициирование сессии***

Когда клиент агента пользователя желает установить сеанс связи (аудио или видео), он формирует запрос INVITE. INVITE – запрос сервера для установления сеанса связи. Он пересылается прокси-серверами и, в конечном счёте, приходит на один или несколько UAS, которые могут принять предложение клиента. По истечении некоторого времени UAS может принять предложение путём передачи ответа 2xx (OK), после чего сеанс связи считается установленным. Если предложение не принято, посылаются ответы с кодами 3xx, 4xx, 5xx или 6xx в зависимости от причины отказа. Перед отправкой окончательного ответа UAS может также передать предварительные ответы (1xx) для того, чтобы уведомлять UAC о состоянии обработки вызова вызываемой стороной.

Формирование начального запроса INVITE происходит вне диалога с использованием стандартных процедур. UAC может добавить в запрос INVITE тело сообщения. Существуют отдельные правила для тел, содержащих описание сеанса связи, – их заголовок Content-Disposition имеет значение session. Протокол SIP использует модель типа «запрос/ответ» (offer/answer), где один UA посылает предложение – запрос с описанием сеанса. Запрос предлагает желаемые средства общения (аудио, видео), их параметры (такие как типы кодека) и адреса для получения медиа-

информации от отвечающей стороны. Другой UA отвечает своим описанием сеанса, указывающим, какие средства общения приняты, параметры, применяемые к ним, и адреса для получения медиа-информации от инициатора запроса. Обмен offer/answer происходит в контексте диалога, поэтому когда посылка запроса INVITE приводит к созданию нескольких диалогов, обмен происходит отдельно для каждого.

Как правило, определяют два вида обмена для агентов пользователя: Offer в запросе INVITE, answer в ответе 2xx (и, возможно, в ответе 1xx с тем же значением).

Offer в ответе 2xx, answer в подтверждении ACK.

После создания запроса INVITE UAC отправляет его, следуя процедурам, определённым для отправки запросов вне диалога. Это приводит к формированию клиентской транзакции, которая, в конечном счёте, отправляет запрос и доставляет ответы для клиента.

До получения окончательного ответа может прийти любое число предварительных ответов класса 1xx.

Ответы класса 3xx могут содержать в поле заголовка Contact одно и больше значений, указывающих адреса, по которым вызываемый пользователь может быть доступен.

На запрос INVITE могут быть получены окончательные ответы класса, отличного от 2xx. Ответы класса 4xx, 5xx и 6xx могут содержать в поле заголовка Contact значение, указывающее местонахождение дополнительной информации об ошибке. При получении окончательного ответа класса, отличного от 2xx, все диалоги, находящиеся на «ранней стадии», разрушаются.

Получение любого окончательного ответа на запрос INVITE необходимо подтвердить отправкой запроса ACK.

### ***Модификации сессии***

Успешный запрос INVITE устанавливает диалог между двумя агентами пользователя и сессию, используя модель offer/answer. Модификация сессии может затрагивать изменение адресов или портов, добавление или удаление медиапотока и т.д. Это выполняется путём отправки запроса INVITE в том же диалоге, который установил сеанс связи. Запрос INVITE, отправленный в существующем диалоге, называется re-INVITE. Одно сообщение re-INVITE может одновременно модифицировать и диалог, и параметры сессии. Модифицировать сессию способен как вызывающий, так и вызываемый пользователь. Одним из вариантов применения этого запроса является постановка абонента на удержание. Для этого используется запрос re-INVITE, содержащий в SDP-описании сессии параметр sendonly, для снятия с удержания также отправляется запрос re-INVITE, содержащий в теле сообщения параметр sendrecv.

### ***Разрушение сессии***

Когда сессия инициируется сообщением INVITE, каждый ответ 1xx или 2xx отдельного UAS создаёт диалог, и если ответ завершает обмен offer/answer, создаёт сессию. В итоге, каждая сессия связывается с одним диалогом. Если на начальный запрос INVITE придёт окончательный ответ не 2xx, он разрушит все сессии и диалоги (если они существовали), созданные посредством ответов на запрос. Завершая транзакцию, окончательный ответ не 2xx предотвращает также создание сессий как результата отправки запроса INVITE.

Для намеренного завершения сессий используется запрос BYE. Когда участнику диалога приходит сообщение BYE, все сессии, связанные с данным диалогом, должны быть разрушены. UA вызывавшего пользователя может послать BYE как в установленном диалоге, так и в диалогах, находящихся на «ранней стадии», а UA вызванного пользователя может отправить BYE только в установленном диалоге. UA вызванного пользователя не должен отправлять BYE до тех пор, пока не получит подтверждения АСК получения своего ответа класса 2xx.

### ***Отмена запроса***

Запрос CANCEL, согласно его названию, служит для отмены предшествующего запроса, отправленного клиентом. Точнее, он запрашивает UAS прекратить обработку запроса и создать ответ на него с определённым кодом. Запрос CANCEL не оказывает воздействия на запрос, на который UAS уже дал окончательный ответ. Поэтому отмена запросов представляет наибольшую важность для запросов, формирование ответов на которые требует больших затрат серверного времени. По этой причине CANCEL лучше всего подходит для отмены запросов INVITE, которые требуют большого времени для генерации ответа.

## **1.6. Базовый вызов**

Диаграмма (рис. 1.9) представляет типичный пример обмена SIP-сообщениями между двумя пользователями User A и User B. В этом примере User A использует SIP-приложение на своём ПК (называемое англоязычным термином «softphone») для вызова User B через сеть Интернет; при этом User B принимает вызов на свой SIP-телефон. Два прокси-сервера SIP, изображённых на рисунке, действуют от имени пользователей, выполняя функции посредника при установлении сессии.

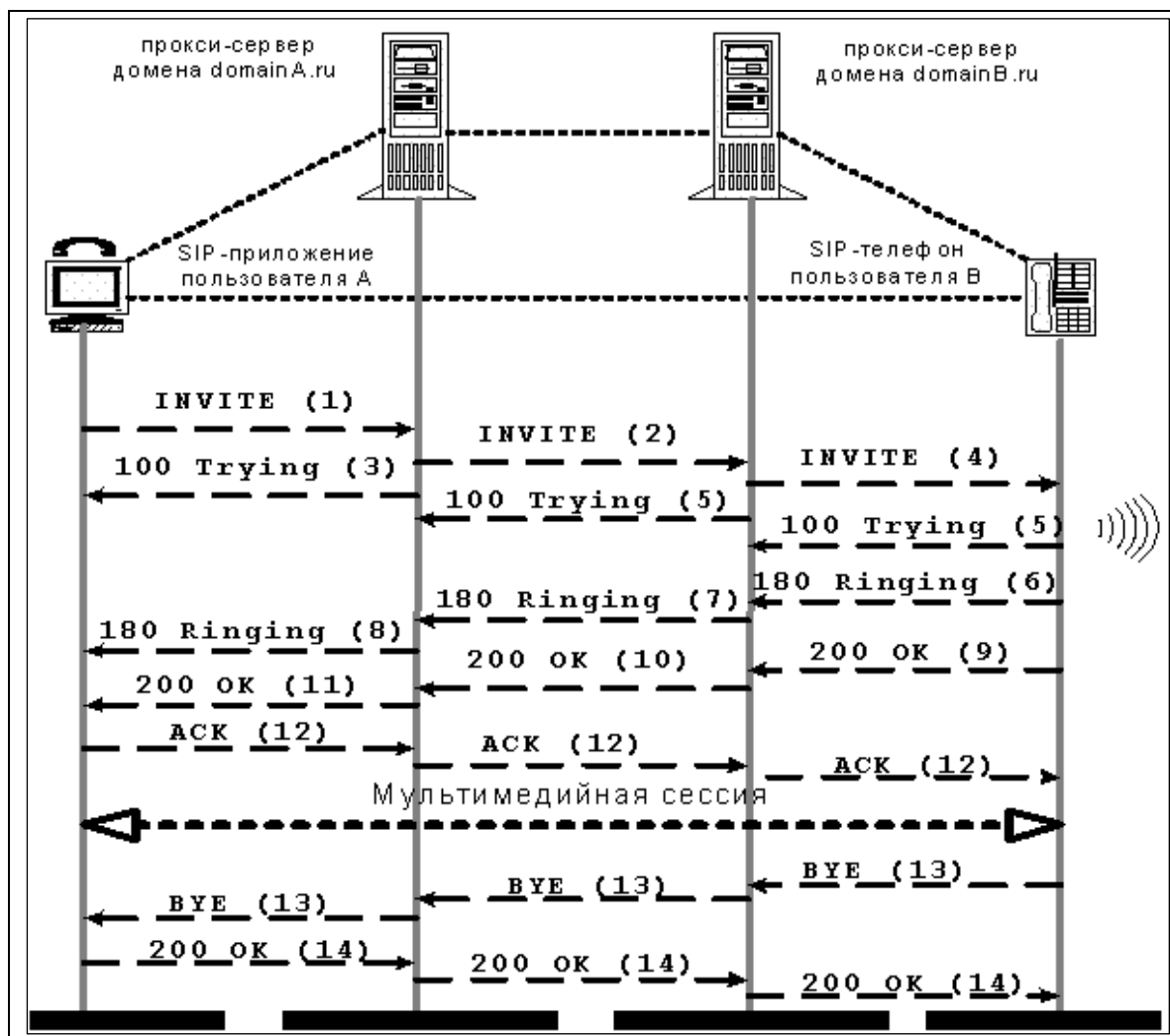


Рис. 1.9. Взаимодействие элементов сети по протоколу SIP

Поскольку softphone пользователя А не располагает сведениями о местонахождении пользователя В, он посылает запрос INVITE SIP-серверу, обслуживающему домен пользователя А, domainA.ru. Адрес SIP-сервера domainA.ru, может быть занесён в конфигурацию SIP-приложения пользователя А. Прокси-сервер получает запрос INVITE и посылает обратно SIP-приложению пользователя А ответ с кодом 100 (Trying). Этот ответ информирует пользователя А о том, что запрос INVITE был получен и прокси-сервер выполняет маршрутизацию запроса к месту назначения.

Такой ответ содержит те же значения заголовков To, From, Call-ID, Cseq и параметра «branch» в заголовке Via, что и запрос INVITE, и это позволяет коррелировать ответ с отправленным запросом. Прокси-сервер domainA.ru определяет местонахождение прокси-сервера в домене domainB.ru и пересылает ему запрос INVITE. Перед пересылкой прокси-сервер добавляет дополнительное значение заголовка Via, которое содержит его собственный адрес (INVITE уже содержит адрес пользователя А в первом значении заголовка Via). Прокси-сервер domainB.ru получает INVITE и передаёт обратно ответ с кодом 100 (Trying), указывающий про-

кси-серверу domainA.ru, что он получил запрос INVITE и занимается его обработкой. Прокси-сервер обращается к базе данных, обычно называемой сервером определения местонахождения (location server), которая содержит текущий IP-адрес пользователя В. Прокси-сервер добавляет значение заголовка Via со своим адресом в запрос INVITE и пересылает его к SIP-телефону пользователя В.

SIP-телефон пользователя В получает INVITE и отправляет ответ 100 (Trying). При оповещении пользователя о входящем вызове SIP-телефон В информирует об этом SIP-телефон А с помощью ответа с кодом 180 (Ringing), который маршрутизируется обратно через два прокси-сервера.

В приведённом примере User В решает ответить на вызов. Когда он поднимает трубку, его SIP-телефон посылает ответ с кодом 200 (OK), указывающий, что вызов принят. Ответ с кодом 200 (OK) содержит тело сообщения с вариантом SDP-описания сессии, которую желает установить User В с User А. В заголовок To добавляется параметр «tag» – он будет использоваться во всех следующих запросах и ответах данного сеанса связи. Заголовок Contact содержит URI, который характеризует текущее местонахождение User В. Заголовки Content-Type и Content-Length указывают тип и длину тела сообщения (SDP-описание сессии пользователя В).

При получении ответа с кодом 200 SIP-телефон пользователя А прекращает подачу сигнала КПВ и сообщает о том, что вызываемый пользователь принял вызов. В итоге, SIP-приложение User А посылает сообщение подтверждения ACK для того, чтобы подтвердить принятие окончательного ответа 200 (OK). Это подтверждение завершает трехэтапное согласование INVITE/200/ACK, используемое для установления SIP-сессии. Медиа-сессия между User А и User В теперь считается установленной, и они передают пакеты с речевой информацией, используя формат, принятый при обмене SDP. В общем случае, передающиеся по сквозному принципу речевые пакеты транспортируются по маршруту, отличному от пути следования сигнальных сообщений SIP.

В конце сеанса связи User В первым кладет трубку – при этом создается сообщение BYE. User А подтверждает получение BYE посылкой ответа с кодом 200 (OK), который завершает BYE-транзакцию и сессию. Подтверждение ACK не посылается – оно используется только для подтверждения ответов на запрос INVITE.

В данном примере прокси-серверы, через которые проходит сигнальный тракт SIP, «видят» сообщения, передающиеся между окончательными точками на протяжении всей сессии. Для этого прокси-сервер добавил в запрос INVITE требуемый маршрутизирующий заголовок, называемый Record-Route и содержащий URI (имя узла или IP-адрес) прокси-сервера. Эта информация была получена и SIP-телефоном User В, и (из-за того, что заголовок Record-Route передаётся обратно в ответе с кодом 200OK) SIP-телефоном А и была сохранена на время диалога. Каждый прокси-сервер

может независимо принять решение о том, нужно ли ему принимать все последующие сообщения диалога. Сообщения будут проходить через все прокси-серверы, настроенные таким образом. Эта функциональная возможность зачастую используется для прокси-серверов, которые обеспечивают дополнительные услуги и функции учета времени в ходе разговорной сессии.

## 1.7. Тестирование протокола сигнализации SIP

### *Основные принципы*

Полномасштабное тестирование протокола SIP включает в себя тестирование соответствия, совместимости, взаимодействия, а также мониторинг и оценку производительности телекоммуникационного оборудования. Особенно актуально тестирование на этапе отладки программно-аппаратных средств реализации протокола, как вновь разрабатываемых, так и установленных в сети связи, когда к ним необходимо подключиться.

Основными задачами поддержки всего набора протоколов сигнализации Единой сети электросвязи страны (ЕСЭ РФ) является создание точных, формальных и верифицируемых спецификаций протоколов, а также строгое соответствие этим спецификациям как самого телекоммуникационного оборудования, так и проверяющих его тестеров протоколов сигнализации.

### *Тестовые сценарии*

Для проведения проверки алгоритма работы сигнализации осуществляют ряд необходимых сценариев, подобных тем, что были представлены выше. Тестовые сценарии разделяют на: нормальные («корректного» поведения) и ошибочные («некорректного» поведения).

Тестирование реализации протокола SIP рассматривается в следующих элементах сети SIP, определенных в стандарте RFC 3261:

- агент пользователя – Клиент
- агент пользователя –Сервер
- прокси-сервер
- сервер регистрации (Registrar)

Приведем пример тестовых сценариев сигнализации SIP для клиента агента пользователя.

#### А. Тесты нормального режима:

- комплексный тест. Запрос установления соединения; обязательные заголовки; уточнение терминала вызывающего абонента; контроль верного указания имени запроса; указание маршрута следования;
- получение извещения о начале обработки запроса установления соединения;
- получение ответа об успешном проключении соединения. Контроль корректности запроса АСК;

- получение ответа о временном отсутствии пользователя по указанному адресу;
- начало обработки запроса изменения параметров сессии;
- разрушение соединения. Контроль верного указания имени запроса разрушения соединения;
- получение подтверждения разрушения соединения.

#### Б. Тесты ошибочного режима

- получение запроса разрушения соединения для несуществующей сессии.

### ***Протокол-тестер SNT***

Для организации тестирования предпочтительно использование анализатора протоколов или протокол-тестера, если, разумеется, такая возможность на кафедре есть. Из широкого набора функциональных возможностей, представленных на телекоммуникационном рынке анализаторов, применяемых для тестирования VoIP протоколов, для целей данного учебного курса существенны следующие функции протокол-тестера:

- функции мониторинга;
- функции декодирования и анализа сообщений тестируемого протокола, выловленных из сети;
- функции генерации потока вызовов;
- функции симуляции отсутствующего в лаборатории телекоммуникационного оборудования, поддерживающего тестируемый протокол;
- возможность создания студентом своих собственных тестовых сценариев;
- возможность имитации во время лабораторной работы тех или иных ошибочных ситуаций и/или тупиковых ветвей в реализации протокола.

Весьма важным дополнительным фактором является возможность тестирования взаимодействия и наблюдения одновременной работы нескольких протоколов сигнализации.

Всеми этими функциональными возможностями в полной мере обладают протокол-тестеры отечественной платформы SNT, в частности портативный вариант SNTlite, ставший стандартом *де факто* для ЕСЭ страны (рис. 1.10).



Рис. 1.10. Протокол-тестер SNTlite

Для задач настоящего учебного пособия SNTlite используется также в режиме монитора-анализатора, выполняя мониторинг, сбор статистических данных и фильтрацию протоколов VoIP. Одновременно с этим, в ряде случаев протокол-тестер подключается к тестируемому фрагменту сети в режиме симулятора-анализатора на правах оконечного коммутационного оборудования.

Кроме того, протокол-тестер оснащен набором разных библиотек кодирования/декодирования сообщений SIP и позволяет изучить реализации версий протокола в разных сетевых режимах.

### **1.8. Реализация SIP в лабораторном оборудовании NGN**

Конвергенция сетей связи и переход к сетям следующего поколения NGN (Next Generation Network) обуславливают необходимость того, чтобы кафедры ИТ-вузов использовали в учебном процессе лабораторные базы NGN, позволяющие изучить реализацию основного протокола сетей NGN – протокола SIP. Одним из примеров такой лабораторной базы является организованная на кафедре систем коммутации и распределения информации СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч - Бруевича учебно-исследовательская лаборатория «Систем коммутации NGN», созданная совместно с научно-техническим центром «Протей» для полноценного теоретического и практического преподавания таких направлений развития инфокоммуникаций, как IP-телефония, мультисервисный абонентский доступ, интеллектуальные сети и инфокоммуникационные услуги, концепция Softswitch и, наконец, организация сетей связи следующего поколения NGN в целом.

Представленная на рис. 1.11 лабораторная установка систем коммутации NGN на основе протокола сигнализации SIP позволяет проводить практические занятия по темам курсов IP-телефонии, по предоставлению информационных услуг средствами IP-контакт-центров, обеспечение мультисервисного доступа к NGN, предоставление интеллектуальных услуг в сетях нового поколения.

В состав представленной на рис. 1.11 структуры сети лаборатории входит мультисервисный коммутатор доступа (МКД), представляющий собой Softswitch класса 5 и предназначенный для предоставления услуг связи в местных телефонных сетях. На его базе возможно также создание корпоративных ведомственных сетей и организация связи в офисах. МКД выполняет функции программного коммутатора в мультисервисной сети связи, т.е. маршрутизирует VoIP-вызовы в сетях с коммутацией IP-пакетов.

Мультисервисный абонентский концентратор (МАК) – это оборудование доступа нового поколения, которое обеспечивает предоставление абонентам услуг интегрированного мультисервисного широкополосного доступа. МАК позволяет предоставить доступ к традиционным телефонным сетям общего пользования, мультисервисным сетям, а также к сетям передачи данных.

### Схема учебно-исследовательской лаборатории систем коммутации NGN кафедры СКиРИ

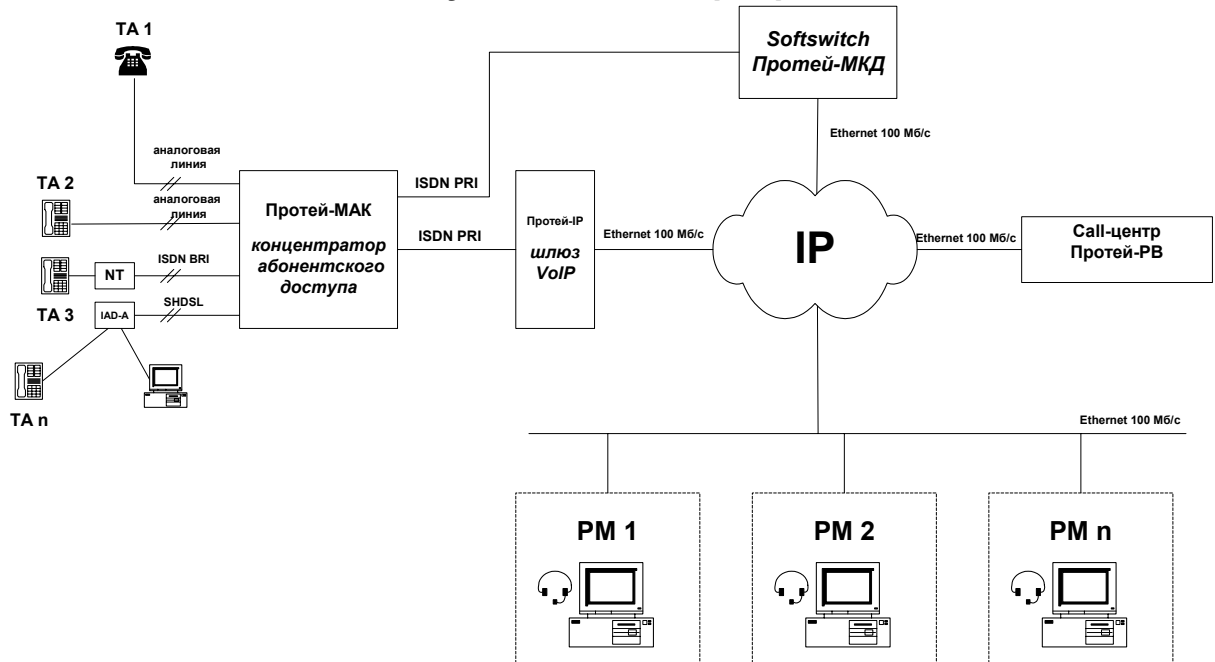


Рис. 1.11. Структура сети лаборатории систем коммутации NGN

Технологии доступа, на которых основаны концентраторы iМАК, позволяют предоставлять полный спектр современных услуг абонентам как городских, так и сельских телефонных сетей.

Другой комплекс Протей-РВ, входящий в состав лаборатории систем коммутации NGN, представляет собой многофункциональный центр обслуживания вызовов (ЦОВ), реализованный на базе протокола SIP и новейших программно-аппаратных средств и IP-технологий. На практике Протей-РВ предназначен для оснащения справочных, заказных и экстренных служб разного вида и назначения. Кроме высокоэффективной обработки традиционных вызовов комплекс позволяет принимать и обслуживать

обращения, передаваемые по альтернативным средствам связи, что дает возможность демонстрировать студентам соответствующих курсов обслуживание вызовов современным IP-контакт-центром.

Наконец, Протей-IP – это шлюз IP-телефонии, как входящий в состав iMAK и Протей-PB, так и позволяющий отдельно от остальных систем проводить практические занятия по курсу IP-телефонии. Кроме того, лаборатория NGN должна быть оснащена разнообразным терминальным оборудованием.

### **1.9. Контрольные вопросы**

- 1) Каковы основные элементы сети SIP?
- 2) Каковы основные достоинства протокола SIP по отношению к более ранним протоколам IP-телефонии?
- 3) В чем заключается принцип транзакции?
- 4) Для чего используется идентификатор SIP URI?
- 5) Какова структура сообщения протокола SIP?
- 6) Какие сообщения используются элементами сети SIP для обслуживания базового вызова?

## **2. ИНТЕРАКТИВНЫЙ ЛАБОРАТОРНО-УЧЕБНЫЙ КОМПЛЕКС ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОТОКОЛОВ «СОТСБИ-У»**

### **2.1. Принципы построения**

Бурное развитие самых разнообразных, взаимодействующих между собой технологий и протоколов в современном мире телекоммуникаций делает весьма актуальной задачу подготовки и переподготовки квалифицированных кадров, владеющих всеми этими новыми и существующими инфокоммуникационными технологиями. Столь трудновыполнимая задача несколько упрощается благодаря появившимся в самое последнее время новейшим мультимедийным интерактивным методам и средствам обучения, одним из которых является комплекс СОТСБИ-У.

Интерактивный лабораторно-учебный комплекс СОТСБИ-У базируется на принципе Peer-to-Peer Education (P2PE) и позволяет адаптировать процесс обучения к каждому студенту.

Дополнительный синергетический эффект дают интегрируемые в комплекс СОТСБИ-У вышеупомянутый протокол-тестер (рис. 1.9) и лабораторное оборудование, уже имеющееся в распоряжении кафедры, в том числе АТС, УПАТС, ЦОВ и т.п. Это достигается за счет гибкости настройки программной платформы СОТСБИ-У, возможности дополнительного моделирования построенных на ее базе теоретических курсов и лабораторных работ, а также за счет заложенной концепции использования протокол-тестера (например, тестер SNTlite), обеспечивающего мониторинг, симуляцию вызовов и моделирование различных ситуаций. Именно такой комплексный подход дает нужный эффект, апробированный как при повышении квалификации уже сформировавшихся специалистов, так и при обучении студентов в университете.

На базе лабораторно-учебного комплекса реализованы последовательные этапы обучения: теоретический (просмотр лекционного материала), экспериментальный (выполнение моделирования) и практический (знакомство с промышленным оборудованием). Таким образом, лабораторно-учебный комплекс отвечает сформулированным выше требованиям, выполнение которых необходимо для предоставления обучающимся полных и достоверных знаний в области телекоммуникационных технологий и протоколов.

### **2.2. Описание**

Интерактивный лабораторно-учебный комплекс СОТСБИ-У включает в себя постоянно расширяющийся набор курсов изучения систем сигнализации POTS, протоколов ISDN, стека протоколов NGN, протоколов мобильных сетей связи 2G, 2.5G, 3G, протоколов VoIP и др. Программная

часть лабораторно-учебного класса содержит теоретические разделы, процедуры допуска к лабораторным работам, сами эти работы, а также набор инструментов, предназначенных для оптимизации процесса обучения. Она спроектирована таким образом, что позволяет полностью подготовить обучающегося к осознанной работе с установленным в классе оборудованием и предполагает использование данных, полученных при работе с этим оборудованием, для выполнения лабораторных работ. Как результат, комплекс позволяет не только досконально изучить протоколы как таковые, но и сократить разрыв между теорией и практикой и сгладить трудности перехода от процесса обучения к работе с реальным оборудованием.

### **2.3. Этапы проведения занятий**

Лабораторно-учебный класс СОТСБИ-У предполагает прохождение учащимися трех основных стадий обучения:

- стадия подготовки (изучение теоретического материала)
- стадия интерактивного обучения и программной оценки знаний (прохождение допусков и выполнение лабораторных работ)
- эксплуатационная стадия (стадия работы непосредственно с телекоммуникационным оборудованием).

Структурная схема интерактивного лабораторно-учебного класса СОТСБИ-У (рис. 2.1) содержит следующие элементы:

- рабочие места учащихся, оборудованные ПК с установленным программным комплексом СОТСБИ-У;
- рабочее место преподавателя, оборудованные ПК с установленным программным комплексом СОТСБИ-У (версия преподавателя), а также установленной системой наблюдения за мониторами пользователей;
- принтер, с возможностью распечатки документов с рабочих мест;
- сервер;
- телекоммуникационное оборудование, поддерживающее протокол;
- тестер телекоммуникационных протоколов с возможностью передачи трейсов протоколов и результатов тестирования на сервер и принтер.

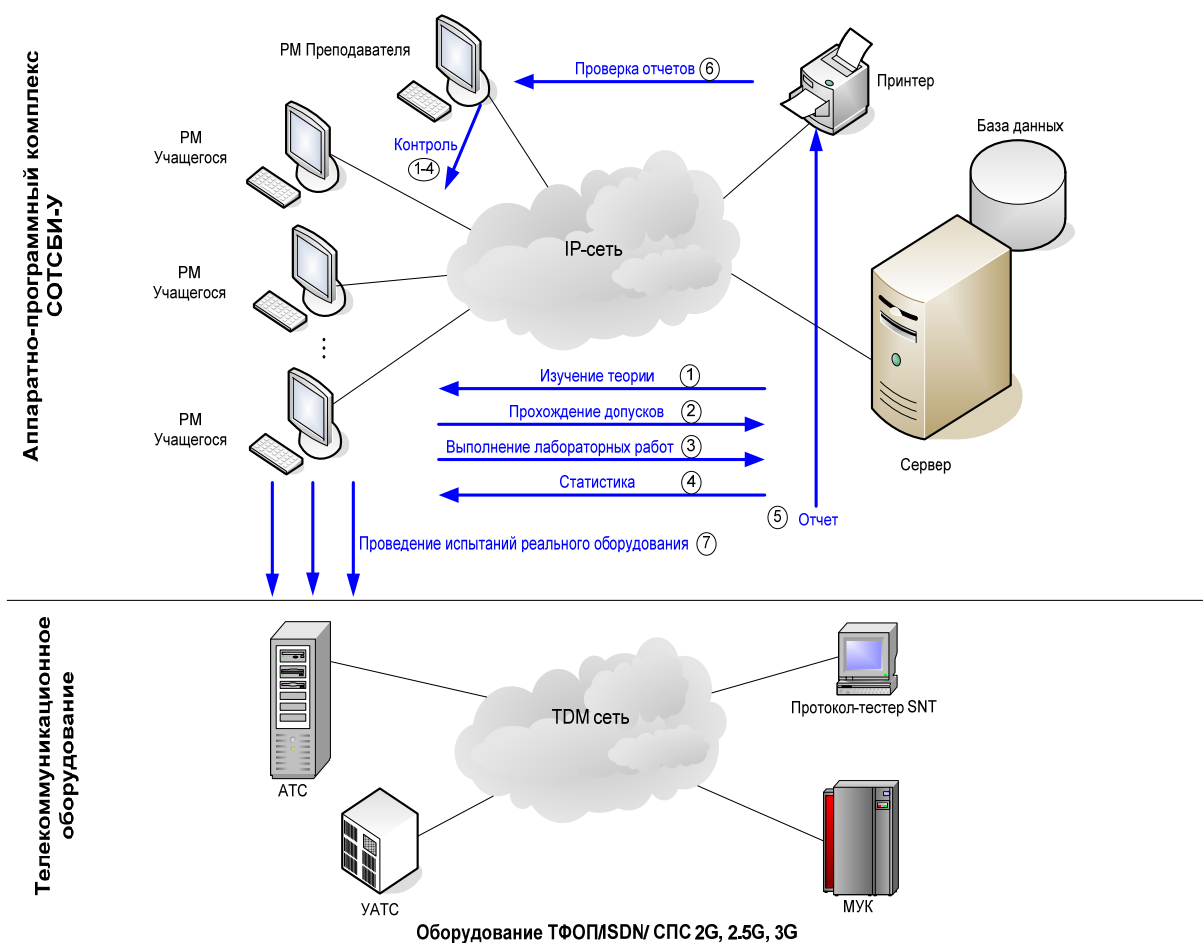


Рис. 2.1. Структурная схема СОТСБИ-У для ССОП/NGN/СРС 2G, 2.5G, 3G

### **Описание этапов обучения**

#### *Изучение теоретического материала*

Каждый учащийся, находясь на своем рабочем месте (PM учащегося), изучает теоретический материал, наглядно представленный в виде анимированных слайдов, что делает процесс обучения более интересным. В случае совмещения лабораторно-учебного класса с лекционной аудиторией теоретический материал (анимированные слайды) может использоваться преподавателем как вспомогательный материал для чтения лекций.

#### *Проверка уровня знаний с помощью тестирования*

После получения учащимся необходимых теоретических знаний ему предлагается ответить на вопросы, предусмотренные для получения допуска к моделированию.

В случае успешного прохождения процедуры допуска учащийся переходит к третьему этапу – моделированию. В случае, если допуск к моделированию не был получен, учащемуся предлагается выборка разделов теории для повторного изучения, создаваемая специальной программой СОТСБИ-У на основе анализа ошибочных ответов. После повторного изу-

чения предложенного материала учащийся может снова приступить к тестированию.

#### *Цикл заданий моделирования*

Учащемуся предлагается выполнить ряд заданий моделирования для закрепления теоретических знаний. В ходе выполнения заданий учащийся получает знания и навыки, необходимые для перехода к заключительному этапу обучения – работе с реальным телекоммуникационным оборудованием.

#### *Анализ уровня знаний учащихся подсистемой статистики*

При выполнении лабораторных работ на каждом рабочем месте учащегося формируется блок статистики, фиксирующий дату и время получения допуска и/или выполнения заданий моделирования, количество попыток, вопросы теста и/или задания моделирования в которых возникли затруднения. Эти данные передаются на рабочее место преподавателя. Таким образом, можно проанализировать работу как одного учащегося, так и всей группы в целом.

#### *Отчетность*

При выполнении лабораторных работ формируются отчеты в электронном и в печатном виде, которые содержат общую информацию (фамилию учащегося, группу, дату, название моделирования и т.д.), информацию о получении допуска (затраченное время, количество попыток) и информацию о выполнении моделирования (время выполнения, данные об ошибках).

#### *Дистанционный контроль процесса обучения*

В процессе изучения теоретического материала, тестирования и моделирования преподаватель может дистанционно наблюдать работу каждого из учащихся со своего рабочего места (РМ преподавателя). Отчеты о выполненных лабораторных работах и статистика для каждого из учащихся также выводятся на рабочее место преподавателя. Таким образом, преподаватель имеет полное представление о процессе обучения каждого из пользователей и может его контролировать, что повышает эффективность его работы как с аудиторией в целом, так и с каждым учащимся индивидуально.

#### *Работа с телекоммуникационным оборудованием*

Учащийся выполняет блок заданий, работая на реальном оборудовании. Полученную в процессе работы с оборудованием информацию учащийся может применить для прохождения второго (дополнительного) блока тестов и заданий моделирования.

При успешном прохождении текущего этапа учащийся может переходить к следующему этапу обучения.

### ***Работа с теоретическим материалом***

Все основные аспекты теории изложены в программной части комплекса СОТСБИ-У в виде анимированных слайдов с необходимым поясняющим текстом, предназначенных для просмотра на экране монитора. Кроме того, теоретический материал представлен в краткой форме в разд. 1. Детально с работой протоколов можно ознакомиться, обратившись к основной [1] и дополнительной [2] литературе. Для достижения наиболее эффективных результатов обучения рекомендуется комплексное использование как материала, содержащегося в СОТСБИ-У, так и указанных в конце пособия книг по телекоммуникационным протоколам.

### ***Аппаратно- программные средства СОТСБИ-У***

СОТСБИ-У выполнен в соответствии с современными тенденциями информатизации инженерно-технического образования путем разработки электронных учебно-методических комплексов нового поколения, которые охватывают широкий спектр образовательных задач, ориентированных, в первую очередь, на автоматизацию лабораторных практикумов и позволяющих приобрести профессиональные навыки.

В комплекс СОТСБИ-У входит набор интерактивных электронных курсов обучения с обратной связью, предназначенных для получения базовых знаний по протоколам сигнализации и новым инфокоммуникационным технологиям в рамках ряда теоретических и практических программ подготовки специалистов (инженеров), бакалавров и магистров по разным специальностям направления «Телекоммуникации», по смежным направлениям системы высшего образования, а также по программам телекоммуникационных университетов для факультетов повышения квалификации.

Клиент-серверная платформа СОТСБИ-У, ядро которой разработано на основе технологии Macromedia Flash, содержит материалы о современных протоколах сигнализации, проверяет уровень знаний и закрепляет знания при моделировании. В случае если уровень знаний низкий, программа проанализирует ошибки и подскажет, каким теоретическим вопросам следует уделить дополнительное внимание.

Лабораторные работы состоят из цикла работ по моделированию, на которых изучаются форматы сигнальных сообщений и сценарии обмена. Обучающая программа накапливает статистические данные о каждом пользователе, формирует выборку разделов теории, плохо изученных пользователем, и обеспечивает доступ к глоссарию, что дает возможность быстро и без пробелов получить необходимые знания. Представляемая информация основана на международных рекомендациях и национальных спецификациях, изложенных в книгах серии «Телекоммуникационные протоколы» [1].

Подсистема статистики позволяет фиксировать дату/время, продолжительность выполнения процедуры допуска и/или лабораторной работы, ко-

личество попыток, проблемные блоки, в которых у учащегося возникли затруднения (конкретные вопросы при получении допуска и/или выполнении заданий моделирования). В результате обработки этих данных формируются наглядные статистические отчеты, которые содержат информацию о выполнении моделирования и прохождении допусков к нему.

При разработке курса обучения был проведен анализ существующих на современном рынке электронных образовательных программ. В результате этого комплекс СОТСБИ-У вобрал в себя все положительные черты существующей на сегодняшний день успешной практики создания учебных программ. Это помогло также избежать при проектировании комплекса недостатков, характерных для лабораторных практикумов такого рода, среди которых закрытость архитектуры комплекса, узкая специализация, негибкость, невозможность создавать собственные сценарии моделирования и т.п. Удалось избежать этого благодаря использованию в СОТСБИ-У модульной структуры, позволяющей расширять возможности обучающей программы, а также механизма создания собственных сценариев и новых теоретических курсов на основе технологии Flash Macromedia.

Для преодоления другого недостатка – преимущественно демонстрационного характера большинства образовательных программ – введена уже упоминавшаяся интерактивность комплекса. Благодаря этому СОТСБИ-У не только предоставляет материал для изучения, но и позволяет проверять знания учащихся в области функционирования протоколов систем сигнализации путем моделирования ими определенных сценариев. Упомянутая возможность создания множества новых заданий моделирования позволяет адаптировать подготовку для разнообразной дальнейшей работы с оборудованием в ходе практических занятий.

### ***Работа с телекоммуникационным оборудованием***

После выполнения программных моделирования на СОТСБИ-У учащимся полезно увидеть работу изученных протоколов сигнализации на коммутационном оборудовании, имеющемся в распоряжении кафедры, и выявить особенности ее реализации для конкретных условий. В дополнение к этому полезна работа с протокол-тестером класса SNT (рис. 1.9) для анализа протоколов TDM-сетей и сигнализации VoIP, а также с реализацией мониторинга сетевой сигнализации на основе лабораторного варианта системы СПАЙДЕР [5].

Благодаря своей модульности и гибкости, программная часть комплекса может быть изменена и дополнена новыми средствами в зависимости от состава и конфигурации имеющегося оборудования.

Помимо отчета и статистических данных о выполнении программного моделирования, студенты подготавливают отчет о проведенной проверке реализации протоколов сигнализации на определенном телекоммуникационном оборудовании, записывают собственные замечания. Затем, для за-

крепления знаний, полученных при работе с реальным оборудованием, учащиеся могут пройти дополнительный блок моделирования.

#### **2.4. Особенности ИТ-образования на базе СОТСБИ-У**

Использование лабораторной установки СОТСБИ-У может максимально автоматизировать процесс проведения лабораторных работ и практических занятий, сделать его самодостаточным, независимым от временного расписания, а при необходимости – и дистанционным. Результаты успеваемости и дополнительная информация публикуются в специальном разделе кафедрального Web-сайта [7].

### 3. ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

#### 3.1. Выполнение лабораторных работ на СОТСБИ-У

##### *Вход в программу*

Для запуска программы необходимо выбрать на рабочем столе ярлык интерактивного обучающего курса «Учебный курс», после чего на экране монитора ПК появится окно «Вход в программу» (рис. 3.1).

В программе предусмотрен учет пользователей, который обеспечивает сохранение статистических данных о пользователях (например, данных о полученных допусках к моделированию и выполненных работах по моделированию). Поэтому учащемуся, заходящему в программу, необходимо пройти процедуру авторизации. Обычно для этого необходимо указать свои «Фамилию Имя» и последние 4 цифры № зачетной книжки.

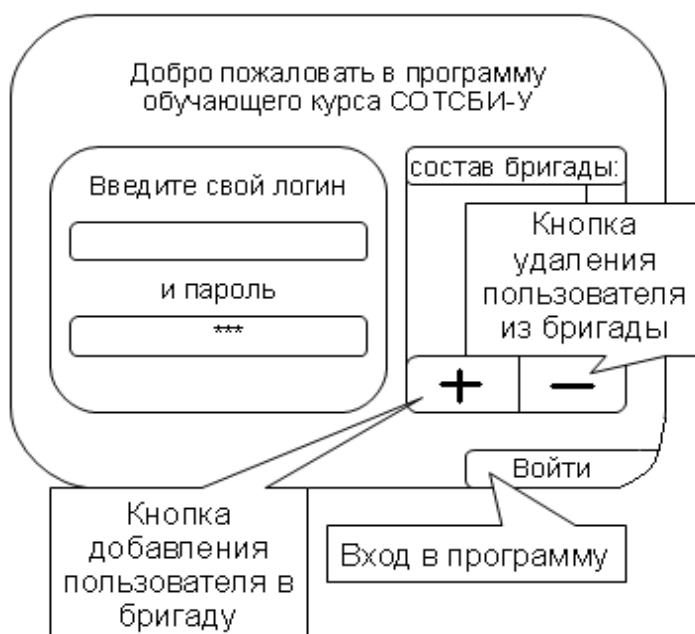


Рис. 3.1. Окно авторизации пользователей

Необходимо заполнить поля ввода логина и пароля, под которыми пользователь регистрировался, и нажать кнопку «Войти», расположенную в правом нижнем углу окна. При этом необходимо полное совпадение набранных логина и пароля пользователя с зарегистрированными, вплоть до регистра букв (рис. 3.1). В случае ошибочного ввода данных, неверно заполненное поле ввода приобретет окраску (выделяется красным цветом).

При работе нескольких пользователей на одном рабочем месте учащегося, они могут быть объединены в бригаду (Бригада - это объединение пользователей и их данных на время сеанса работы программы. Данные по работе бригады нигде не сохраняются. Сохраняются данные по проделанной работе отдельно для каждого пользователя). Для этого после ввода ло-

гина и пароля необходимо нажать кнопку «+» для добавления пользователя в бригаду. Фамилия и имя пользователя отобразятся в поле «Состав бригады». Кнопка «-» служит для удаления пользователя из бригады. После добавления всех пользователей необходимо нажать кнопку «Войти».

### Главное меню

После входа в программу учащийся попадает в главное меню (рис. 3.2), интерфейс которого состоит из нескольких функциональных частей, визуально разнесенных по экрану: раскрывающееся меню (кнопки теория, тестирование, моделирование), статистика (кнопки статистика тестов, отчетов, общая), сервисные кнопки (руководство пользователя, блокнот, глоссарий), системные кнопки (развернуть и выход), кнопка «О программе».



Рис. 3.2. Интерфейс главного меню

### Раскрывающееся меню

В верхней части экрана расположено раскрывающееся многоуровневое меню (рис. 3.3).

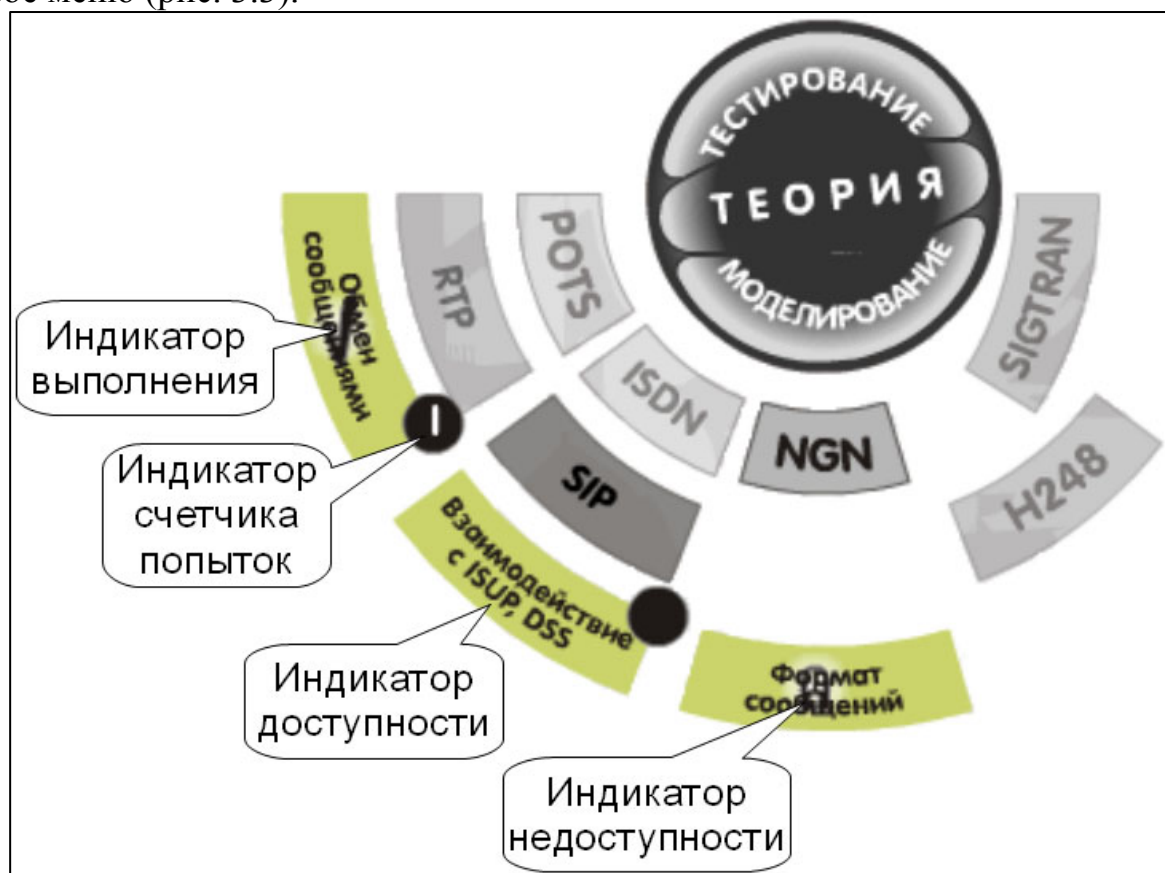


Рис. 3.3. Многоуровневое меню и индикаторы кнопок

При нажатии соответствующих кнопок меню «Теория», «Тестирование» или «Моделирование», учащийся может выбрать этап обучения, с которым намерен работать, а при нажатии соответствующих кнопок подменю - необходимый курс обучения (POTS, ISDN, NGN и прочее).

После выбора курса обучения, можно выбрать в раскрывающемся меню раздел курса, а далее либо необходимую для изучения главу теории, либо соответствующий допуск к лабораторным работам на этапе «Тестирование», либо работу этапа «Моделирование».

На этапах «Теория» и «Тестирование» подменю дает возможность начать изучение с необходимой главы теоретического материала выбранного курса или пройти любой допуск к моделированию.

Однако, выполнить моделирование выбранного курса пользователь сможет только после прохождения соответствующего этой работе допуска.

Кнопки подменю содержат индикаторы, которые дают информацию о доступности или недоступности того или иного раздела и изменяются в зависимости от прогресса выполнения заданий (табл. 3.1).

Таблица 3.1

## Индикаторы

	<p>Индикатор недоступности - замок, информирует о невозможности выполнения моделирования</p> <p>Отсутствие замка информирует о доступности соответствующего раздела</p>
	<p>После получения допуска к моделированию индикатор недоступности сменяется индикатором доступности.</p> <p>Индикатор счетчика попыток тестирования или выполнения моделирования информирует о количестве использованных попыток</p>
	<p>Индикатор прохождения допуска и выполнения моделирования информирует о том, что тестирование или моделирование пройдены</p>

При входе в блокнот, статистику, руководство пользователя, глоссарий, о программе или при открытии теоретического материала, тестирования, моделирования, в окне просмотра появляется уменьшенная версия выбранной части обучающего курса.

Для перехода в нормальный режим просмотра достаточно нажать на окно просмотра (рис. 3.4).

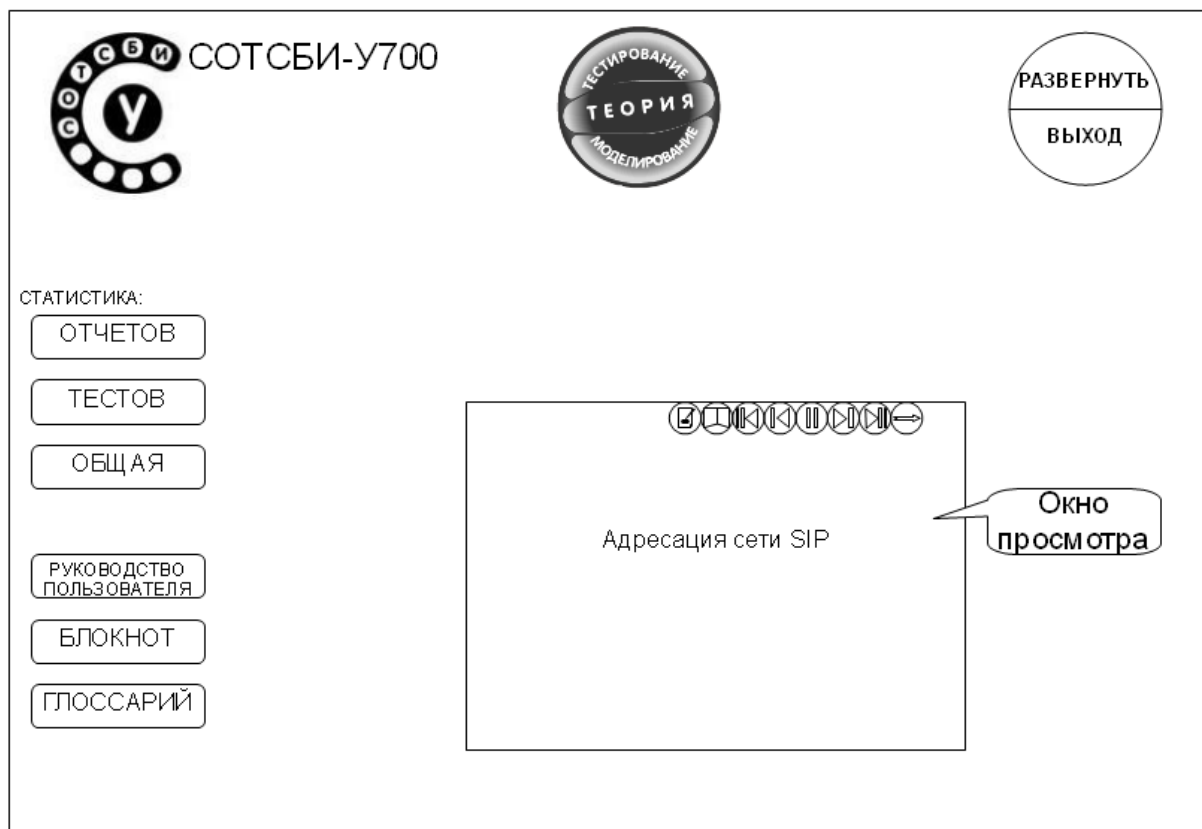


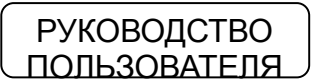

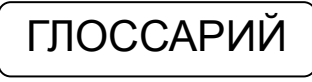
Рис. 3.4. Окно просмотра

### Сервисные кнопки

Сервисные кнопки (табл. 3.2) расположены в левой части экрана Главного меню.

Таблица 3.2

Сервисные кнопки

Объект	Описание
	Кнопка “Руководство пользователя” дает доступ к информации о руководстве
	Кнопка “Блокнот” позволяет обратиться к записям пользователя.
	Кнопка “Глоссарий” служит для перехода в глоссарий.

### Системные кнопки

Справа от раскрывающегося меню находятся системные кнопки программы (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Системные кнопки

	Кнопка перехода в оконный или в полноэкранный режим из главного меню
	Кнопка выхода из программы из главного меню
	Кнопка перехода в оконный или в полноэкранный режим из части программы
	Кнопка выхода из программы из части программы

Их аналоги находятся в правом верхнем углу каждой части программы («Теория», «Тестирование», «Статистика» и пр.)

### Статистика

Кнопки Статистика (табл. 3.4) расположены в левой части экрана Главного меню.

Таблица 3.4

Кнопки статистики


СТАТИСТИКА:   	Кнопки «Статистика»: тестов, отчетов, общая, позволяют перейти к статистическим данным и отчетам по прохождению тестирования или выполнению моделирования.
-------------------------	--

### О программе

Кнопка О программе (табл. 3.5) расположена в левой части экрана Главного меню.

Таблица 3.5

Кнопка «О программе»

	<p>Кнопка “О программе” дает доступ к информации о разработчиках обучающей программы</p>
---	--

### Теоретический материал

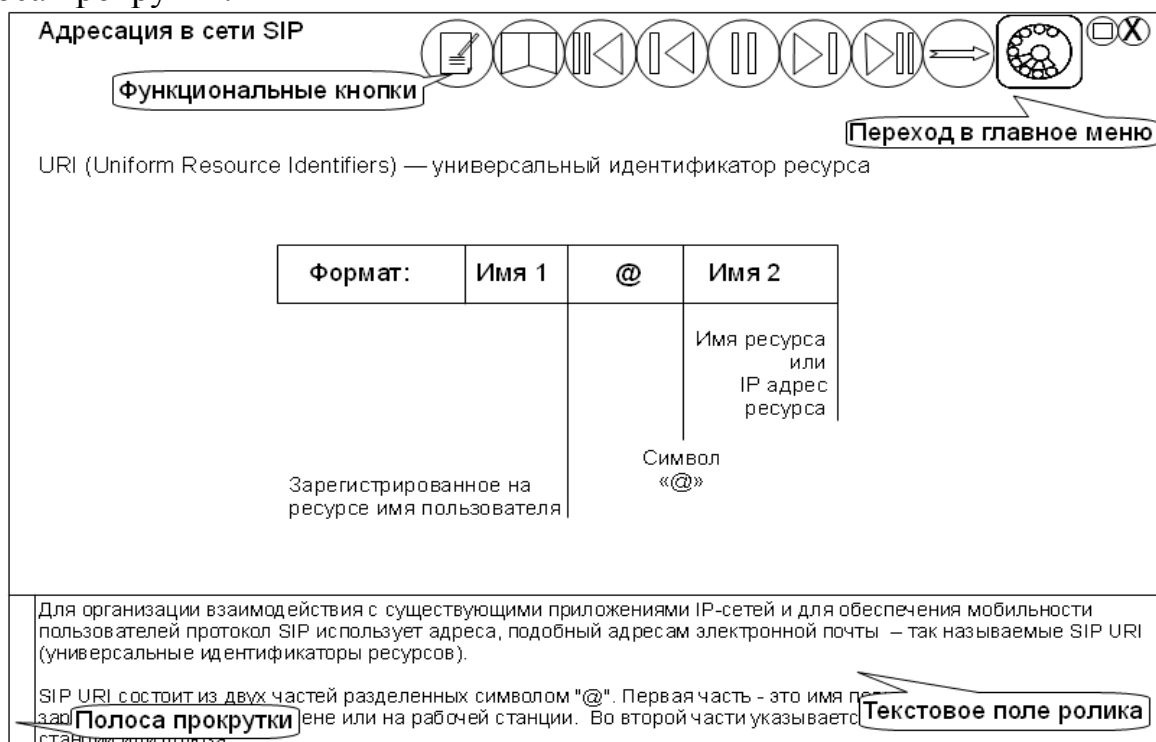
#### Интерфейс теоретической части

Изучение любого материала традиционно начинается с изучения теории.

В обучающей программе нет жесткого ограничения на последовательность изучения, все возможные переходы осуществляются с помощью описанного ранее главного меню.

Экран в режиме просмотра материала теории состоит из нескольких частей: функциональные клавиши; иллюстрация материала теории; текстовое поле, содержащее пояснения к иллюстрации.

Текстовое поле расположено в нижней части экрана. Сбоку слева - полосу прокрутки.



**Адресация в сети SIP**

Функциональные кнопки

Переход в главное меню

URI (Uniform Resource Identifiers) — универсальный идентификатор ресурса

Формат:	Имя 1	@	Имя 2
	Зарегистрированное на ресурсе имя пользователя	Символ «@»	Имя ресурса или IP адрес ресурса

Для организации взаимодействия с существующими приложениями IP-сетей и для обеспечения мобильности пользователей протокол SIP использует адреса, подобный адресам электронной почты – так называемые SIP URI (универсальные идентификаторы ресурсов).

SIP URI состоит из двух частей разделенных символом "@". Первая часть - это имя пользователя или на рабочей станции. Во второй части указывается адрес ресурса.

Полоса прокрутки

Текстовое поле ролика

Рис. 3.5. Теоретический материал




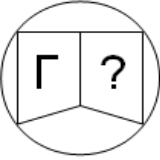
Если объём текстовой информации превышает размер текстового поля, в полосе прокрутки появляется ползунок, при перемещении которого с помощью курсора производится прокрутка текста и, таким образом, можно просмотреть весь текст.

### Функциональные кнопки

Панель функциональных кнопок теории (табл. 3.6) служит для удобной и быстрой навигации по теоретическому курсу:

Таблица 3.6

Функциональные кнопки

Объект	Описание
	Кнопка «Назад» возвращает к предыдущему слайду рассматриваемой главы теории
	Кнопка «Вперед» служит для перехода к следующему слайду просматриваемого материала. Переход по слайдам также может производиться с помощью клавиш навигации на клавиатуре
	Кнопка «Блокнот» служит для перехода в блокнот из любого режима просмотра
	Кнопка «Глоссарий» служит для перехода в глоссарий из любого режима просмотра

 	<p>Кнопки «Пауза» и «Анимация» позволяют приостановить или продолжить анимацию слайда</p>
	<p>При нажатии кнопки «К следующей главе» происходит переход к следующей главе теории</p>
	<p>При нажатии кнопки «К предыдущей главе» происходит переход к предыдущей главе теории</p>
 	<p>При нажатии кнопки «Включить автоматическую смену слайдов» происходит переход к режиму автоматического воспроизведения слайдов (слайд-шоу).  При нажатии кнопки «Выключить автоматическую смену слайдов» происходит переход к режиму просмотра слайдов вручную</p>
	<p>Кнопка перехода в главное меню</p>

Рекомендации:

- До работы с теоретическим материалом рекомендуется изучить разделы по работе с «Блокнотом» и «Глоссарием».

### Записи пользователя – Блокнот

Для ведения записей и пометок, в обучающую программу введен блокнот (рис. 3.6), позволяющий учащемуся сохранять нужную ему информацию. Пользователь может вводить текст или при помощи Ctrl+C – Ctrl+V, например, чтобы записать параметры и назначение нескольких таймеров, и не отыскивать их вновь в теоретическом материале.

В блокнот можно попасть:

- 1) Из теоретического курса (не прерывая просмотр);
- 2) Из главного меню;
- 3) Из моделирование (не прерывая выполнение).

После ввода информации в текстовое поле блокнота, для ее сохранения существует кнопка «сохранить», а для вывода на печать — кнопка «распечатать».

Напоминанием для сохранения внесенных изменений служит статус данных: до сохранения изменений в статусе данных написано «Изменено», после сохранения - «Сохранено».

Из блокнота пользователь может вернуться к теории или главному меню путем нажатия соответствующих кнопок.

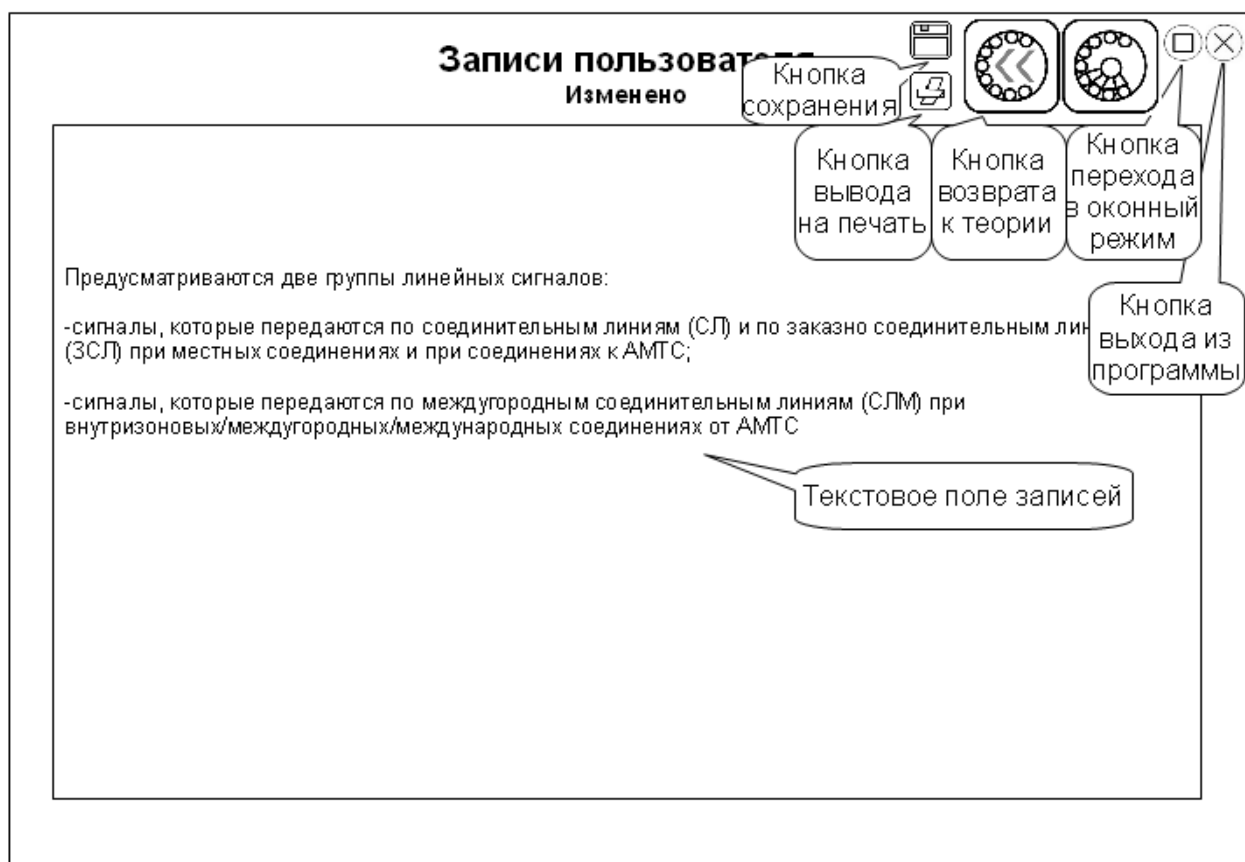


Рис. 3.6. Интерфейс Блокнота

## Тестирование

Уровень изучения теоретического материала, изложенного в разд. 1, а также в [1], проверяется с помощью тестирования, которое, как упоминалось ранее, представляет собой допуски к моделированию. С момента первой проверки знаний при тестировании, начинается сбор статистических данных о пользователе, на основе которых может быть произведена оценка его работы. Переход к прохождению тестирования производится с помощью главного меню.

### Интерфейс тестирования

Интерфейс тестирования состоит из следующих функциональных элементов, визуально разнесенных по экрану (рис. 3.7): заголовок; блок задания; блок ответов; блок статистики; кнопка «Проверить»/«Следующий вопрос»; кнопка «Возврат в главное меню».

Заголовок указывает тематику тестирования, обычно совпадающую с тематикой соответствующего моделирования.

Блок задания представляет собой вопрос, ответ на который необходимо выбрать из предложенных вариантов блока ответов.

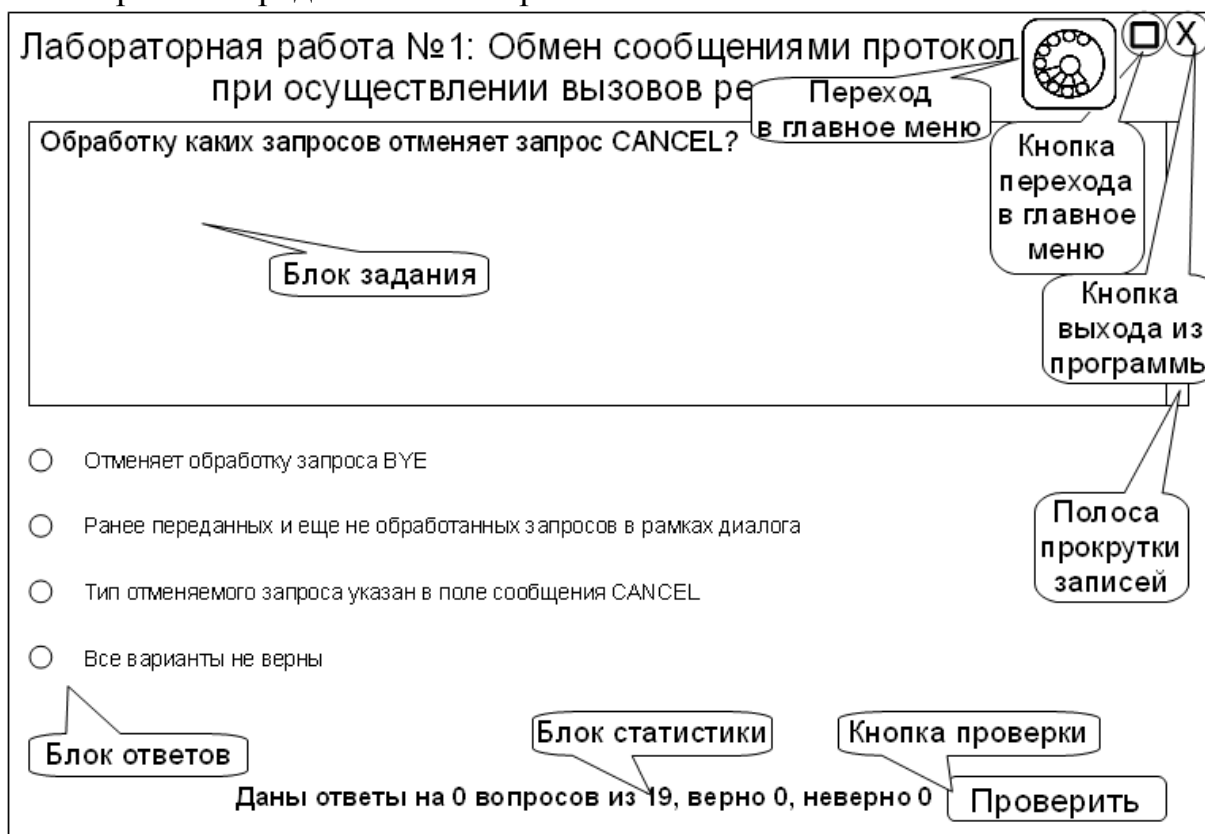


Рис. 3.7. Тестирование

После выбора какого либо варианта в блоке ответов, учащийся должен нажать на кнопку «Проверить». Именно нажатие кнопки «Проверить» счи-

тается моментом начала прохождения тестирования, и засчитывается, как первая попытка получить допуск.

После ответа, выбранный вариант подсвечивается красным или зеленым цветом, в зависимости от его правильности (зеленый цвет – верный ответ, красный цвет – неверный ответ), а кнопка «Проверить» исчезает, и появляется кнопка «Следующий вопрос» (рис. 3.8), позволяющая перейти к следующему вопросу теста.

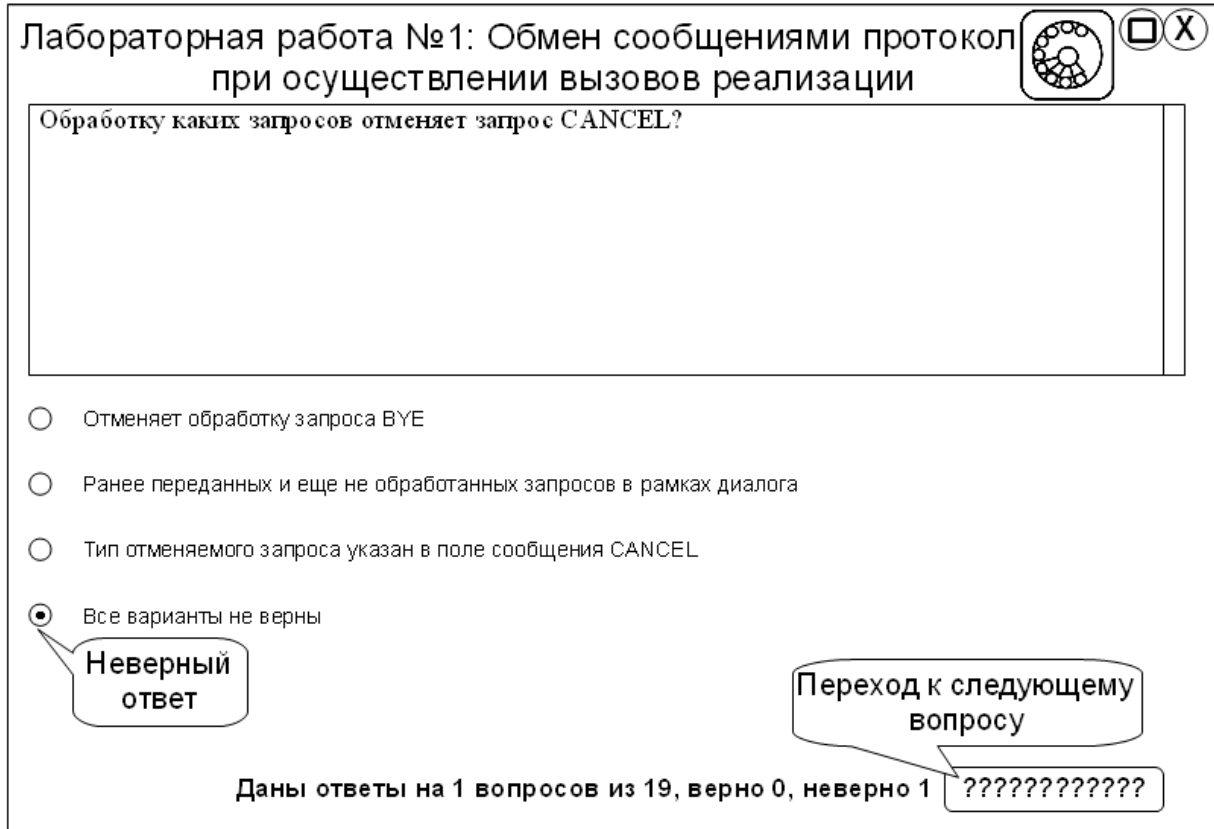


Рис. 3.8. Правильный ответ на вопрос тестирования

В нижней части экрана располагается блок статистики, отображающий общее количество вопросов и количество вопросов, с правильными и неправильными ответами.

В правом верхнем углу находится кнопка «Переход в главное меню».

Если во время прохождения тестирования пользователь захочет вернуться в главное меню для использования глоссария, блокнота или просмотра теории, чтобы найти в них ответы на вопросы теста, программа расценит это действие как выход из незавершенного теста, а сам тест будет считаться пройденным неуспешно. Для избежания случайного выхода из тестирования, программа выдаст предупреждение (рис. 3.9).

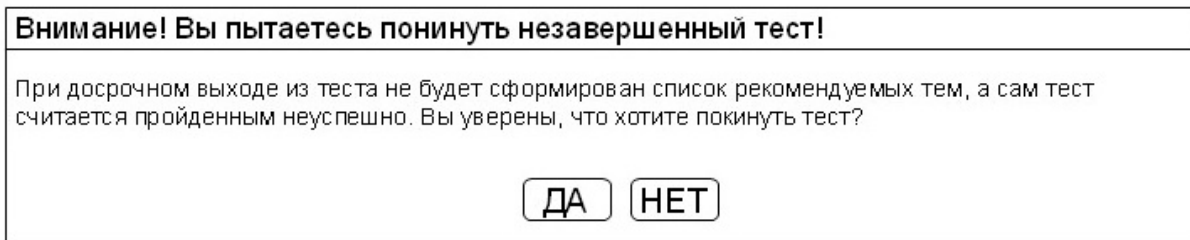


Рис. 3.9. Предупреждение о выходе из незавершенного задания

Если во время прохождения тестирования пользователь захочет выйти из программы, программа расценит это действие как выход из незавершенного теста, а сам тест будет считаться пройденным неуспешно. Для избежания случайного выхода из тестирования, программа выдаст предупреждение (рис. 3.10).

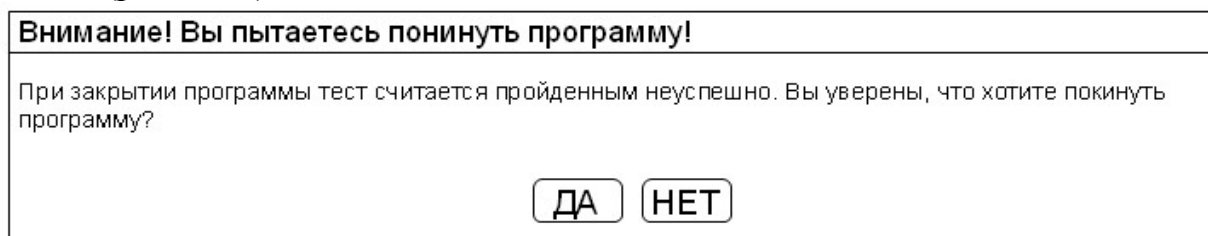


Рис. 3.10. Предупреждение о выходе из программы

В разделе SIP предусмотрено 2 допуска: 1 — для лабораторных работ №1 и №2, ориентирован на проверку знания общих принципов работы протокола SIP, а также правил обмена сообщениями при организации базовых вызовов по протоколу; 2 — для лабораторной работы №3, проверка знания формата сообщений протокола. Первый допуск содержит 19 вопросов, второй – 18 вопросов.

Рекомендации:

- при должном владении материалом учащийся с первого раза может пройти тестирование, в противном случае, необходимо внимательнее читать варианты ответов, так как часто в самих ответах встречаются противоречия, легко заметные после логического размышления перед повторным прохождением тестирования;
- не стоит останавливать прохождение тестирования на середине, т.к. полезнее ознакомиться с тем, что будет ожидать при повторной попытке.











































