

## Лабораторная работа 33.

### Стандартные стеки коммуникационных протоколов

Важнейшим направлением стандартизации в области вычислительных сетей является стандартизация коммуникационных протоколов. Наиболее известными стеками протоколов являются: OSI, TCP/IP, IPX/SPX, NetBIOS/SMB, DECnet, SNA (не все из них применяются сегодня на практике).

#### 33.1 Стек OSI

Важно различать модель OSI и стек протоколов OSI. В то время как модель OSI является концептуальной схемой взаимодействия открытых систем, стек OSI представляет собой набор спецификаций конкретных протоколов [5].

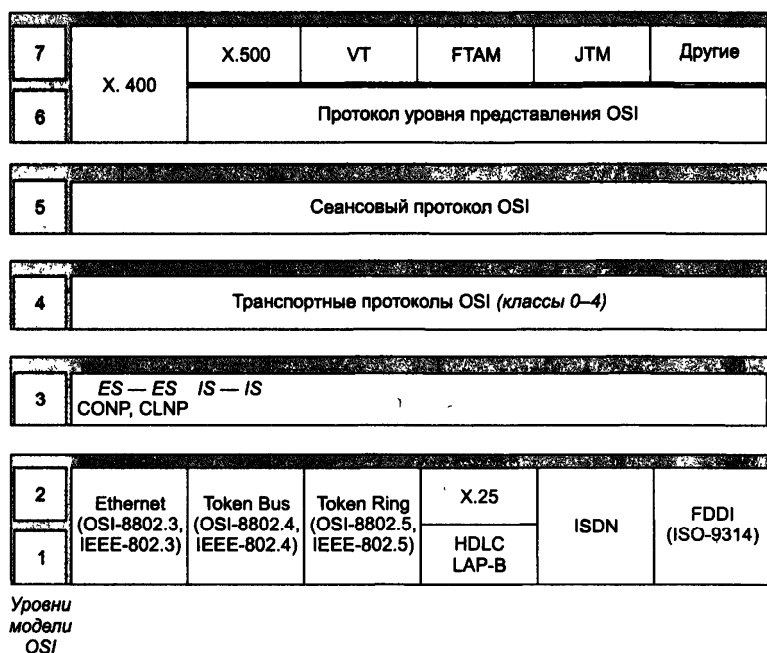


Рисунок 331 — Стек протоколов OSI

В отличие от других стеков протоколов, стек OSI полностью соответствует модели OSI, включая спецификации протоколов для всех семи уровней взаимодействия, определенных в этой модели (рис. 331). Это и понятно, разработчики стека OSI использовали модель OSI как прямое руководство к действию.

Протоколы стека OSI отличаются сложностью и неоднозначностью спецификаций. Эти свойства явились результатом общей политики разработчи-

ков стека, стремившихся учесть в своих протоколах все многообразие уже существующих и появляющихся технологий.

На физическом и канальном уровнях стек OSI поддерживает протоколы Ethernet, Token Ring, FDDI, а также протоколы LLC, X.25 и ISDN, то есть использует все разработанные вне стека популярные протоколы нижних уровней, как и большинство других стеков.

Сетевой уровень включает сравнительно редко используемые протоколы Connectionoriented Network Protocol (CONP) и Connectionless Network Protocol (CLNP). Как следует из названий, первый из них ориентирован на соединение (connection-oriented), второй — нет (connectionless).

Более популярны протоколы маршрутизации стека OSI: ES-IS (End System — Intermediate System) между конечной и промежуточной системами и IS-IS (Intermediate System — Intermediate System) между промежуточными системами.

Транспортный уровень стека OSI в соответствии с функциями, определенными для него в модели OSI, скрывает различия между сетевыми сервисами с установлением соединения и без установления соединения, так что пользователи получают требуемое качество обслуживания независимо от нижележащего сетевого уровня. Чтобы обеспечить это, транспортный уровень требует, чтобы пользователь задал нужное качество обслуживания.

Службы прикладного уровня обеспечивают передачу файлов, эмуляцию терминала, службу каталогов и почту. Из них наиболее популярными являются служба каталогов (стандарт X.500), электронная почта (X.400), протокол виртуального терминала (VTP), протокол передачи, доступа и управления файлами (FTAM), протокол пересылки и управления работами (JTM).

### **33.2 Стек IPX/SPX**

Стек IPX/SPX является оригинальным стеком протоколов фирмы Novell, разработанным для сетевой операционной системы NetWare еще в начале 80-х годов. Структура стека IPX/SPX и его соответствие модели OSI иллюстрирует рис. 332. Название стеку дали протоколы сетевого и транспортного уровней — Internetwork Packet Exchange (IPX) и Sequenced Packet Exchange (SPX). К сетевому уровню этого стека отне-

сены также протоколы маршрутизации RIP и NLSP. А в качестве представителей трех верхних уровней на рисунке приведены два популярных протокола: протокол удаленного доступа к файлам NetWare Core Protocol (NCP) и протокол объявления о сервисах Service Advertising Protocol (SAP).

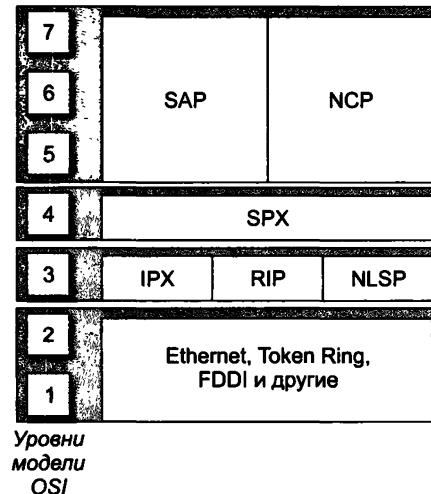


Рисунок 332 — Стек протоколов IPX/SPX

Многие особенности стека IPX/SPX обусловлены ориентацией ранних версий ОС NetWare на работу в локальных сетях небольших размеров, состоящих из персональных компьютеров со скромными ресурсами. Понятно, что для таких компьютеров компании Novell нужны были протоколы, на реализацию которых требовалось бы минимальное количество оперативной памяти (ограниченной в IBM-совместимых компьютерах под управлением MS-DOS объемом 640 Кбайт) и которые бы быстро работали на процессорах небольшой вычислительной мощности. В результате протоколы стека IPX/SPX до недавнего времени отлично справлялись с работой в локальных сетях. Однако в крупных корпоративных сетях они слишком перегружали медленные глобальные связи широковещательными пакетами, интенсивно использующимися несколькими протоколами этого стека, например протоколом SAP. Это обстоятельство, а также тот факт, что стек IPX/SPX является собственностью фирмы Novell и на его реализацию нужно получать лицензию (то есть открытые спецификации не поддерживались), долгое время ограничивали распространенность его только сетями NetWare.

### 33.3 Стек NetBIOS/SMB

Стек NetBIOS/SMB является совместной разработкой компаний IBM и Microsoft (рис. 333). На физическом и канальном уровнях этого стека также задействованы уже получившие распространение протоколы, такие как Ethernet, Token Ring, FDDI, а на верхних уровнях — специфические протоколы NetBEUI и SMB.

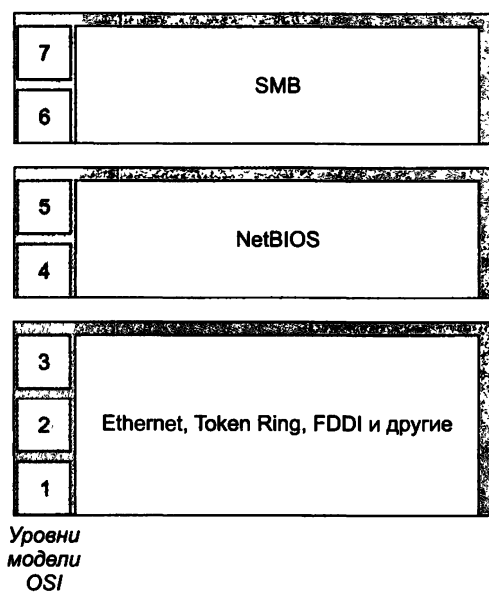


Рисунок 333 — Стек NetBiOS/SMB

Протокол Network Basic Input/Output System (NetBIOS) появился в 1984 году как сетевое расширение стандартных функций базовой системы ввода-вывода (BIOS) IBM PC для сетевой программы PC Network фирмы IBM. В дальнейшем этот протокол был заменен так называемым протоколом расширенного пользовательского интерфейса NetBEUI (NetBIOS Extended User Interface). Для совместимости приложений в качестве интерфейса к протоколу NetBEUI был сохранен интерфейс NetBIOS. NetBEUI разрабатывался как эффективный протокол, потребляющий немного ресурсов и предназначенный для сетей, насчитывающих не более 200 рабочих станций. Этот протокол содержит много полезных сетевых функций, которые можно отнести к транспортному и сеансовому уровням модели OSI, однако с его помощью невозможна маршрутизация пакетов. Это ограничивает применение протокола NetBEUI локальными сетями, не разделенными на подсети, и делает невозможным его использование в составных сетях.

Протокол Server Message Block (SMB) поддерживает функции сеансового уровня, уровня представления и прикладного уровня. На основе SMB реализуется файловая служба, а также службы печати и передачи сообщений между приложениями.

### **33.4 Стек TCP/IP**

Стек TCP/IP был разработан по инициативе Министерства обороны США более 20 лет назад для связи экспериментальной сети ARPAnet с другими сетями как набор общих протоколов для разнородной вычислительной среды. Большой вклад в развитие стека TCP/IP, который получил свое название по популярным протоколам IP и TCP, внес университет Беркли, реализовав протоколы стека в своей версии ОС Unix. Популярность этой операционной системы привела к широкому распространению протоколов TCP, IP и других протоколов стека. Сегодня этот стек используется для связи компьютеров в Интернете, а также в огромном числе корпоративных сетей.

### **33.5 Соответствие популярных стеков протоколов модели OSI**

На рисунке 334 показано, в какой степени популярные стеки протоколов соответствуют рекомендациям модели OSI. Как мы видим, часто это соответствие весьма условно. В большинстве случаев разработчики стеков отдавали предпочтение скорости работы сети в ущерб модульности — ни один стек, кроме стека OSI, не разбит на семь уровней. Чаще всего в стеке явно выделяются 3-4 уровня: уровень сетевых адаптеров, в котором реализуются протоколы физического и канального уровней, сетевой уровень, транспортный уровень и уровень служб, вбирающий в себя функции сеансового уровня, уровня представления и прикладного уровня.

Структура стеков протоколов часто не соответствует рекомендуемой моделью OSI разбиению на уровни и по другим причинам. Давайте вспомним, чем характеризуется идеальная многоуровневая декомпозиция. С одной стороны, необходимо соблюсти принцип иерархии: каждый вышележащий уровень обращается с запросами только к нижележащему, а нижележащий предоставляет свои сервисы только непосредственно соседствующему с ним вышележащему. В стеках протоколов это приводит к тому, что PDU вышележащего уровня всегда инкапсулируется в PDU нижележащего.

С другой же стороны, идеальная многоуровневая декомпозиция предполагает, что все модули, отнесенные к одному уровню, ответственны за решение общей для всех них задачи. Однако эти требования часто вступают в противоречие. Например, основной функцией протоколов сетевого уровня стека TCP/IP (так же как и сетевого уровня OSI) является передача пакетов через составную сеть. Для решения этой задачи в стеке TCP/IP предусмотрено несколько протоколов: протокол продвижения IP-пакетов и протоколы маршрутизации RIP, OSPF. Если считать признаком принадлежности к одному и тому же уровню общность решаемых задач, то, очевидно, протокол IP и протоколы маршрутизации должны быть отнесены к одному уровню. Вместе с тем, если принять во внимание, что сообщения протокола RIP инкапсулируются в UDP-дейтаграммы, а сообщения протокола OSPF — в IP-пакеты, то, следуя формально принципу иерархической организации стека, OSPF следовало бы отнести к транспортному, а RIP — к прикладному уровню. На практике же протоколы маршрутизации обычно включают в сетевой уровень.

Модель OSI	IBM/Microsoft	TCP/IP	Novell	Стек OSI
Прикладной	SMB	Telnet, FTP, SNMP, SMTP, WWW	NCP, SAP	X.400, X.500, FTAM
Представления				Протокол уровня представления OSI
Сеансовый				Сеансовый протокол OSI
Транспортный	NetBIOS	TCP	SPX	Транспортный протокол OSI
Сетевой		IP, RIP, OSPF	IPX, RIP, NLSP	ES-ES, IS-IS
Канальный	802.3 (Ethernet), 802.5 (Token Ring), FDDI, ATM, PPP			
Физический	Коаксиал, экранированная и неэкранированная витая пара, оптоволокно, радиоволны			

Рисунок 334 — Соответствие распространённых стеков протоколов модели OSI

### 33.6 Практические задания

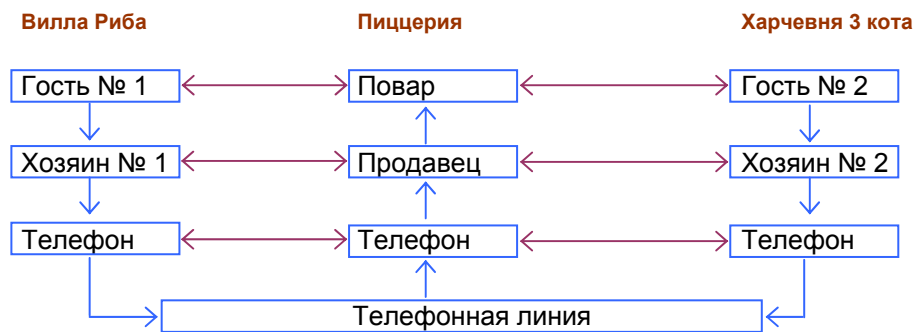
**Упражнение для самостоятельной работы 2.** Можно ли представить вариант модели взаимодействия открытых систем с другим количеством уровней, например 8 или 5?

**Упражнение для самостоятельной работы 3.** На каком уровне модели OSI работают прикладные программы?

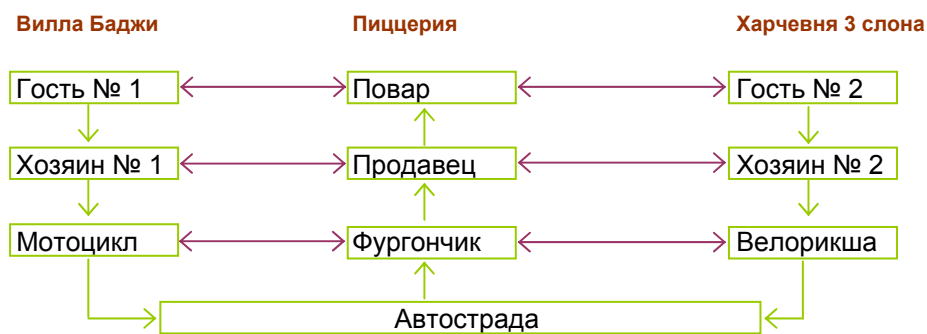
**Упражнение для самостоятельной работы 4.** На каком уровне модели OSI работают сетевые службы?

**Упражнение для самостоятельной работы 5.** На двух компьютерах установлено идентичное программное и аппаратное обеспечение за исключением того, что драйверы сетевых адаптеров Ethernet поддерживают разные интерфейсы с протоколом сетевого уровня IP. Будут ли эти компьютеры нормально взаимодействовать, если их соединить в сеть?

**Упражнение для самостоятельной работы 6.** С помощью многоуровневых моделей, представленных на рисунке ниже, опишите процесс заказа и доставки пиццы, указав взаимодействие всех уровней.



либо такой вариант



**Упражнение для самостоятельной работы 7.** Перечислите основные недостатки многоуровневого подхода к протоколам.

**Упражнение для самостоятельной работы 8.** Ниже в таблице 3 приведены протоколы, обеспечивающие сетевое взаимодействие различного оборудования. Выберите один из 21 варианта и кратко охарактери-

зуйте каждый из девяти протоколов своего варианта, заполнив три пустых поля таблицы, где:

- кратко опишите протокол;
- поставьте описываемый протокол в соответствие определённому уровню модели OSI;
- определите первоначальное происхождение протокола.

Таблица — Сетевые протоколы. Варианты выполнения задания

№	Протокол	Соответствие уровню OSI	Первоначальное происхождение	Краткое описание
<b>Вариант 1</b>				
1	Ethernet,			
2	IEEE 802.11			
3	ATM, Asynchronous Transfer Mode			
4	Open Systems Interconnection (OSI) Model			
5	PIM-SM, Protocol Independent Multicast Sparse Mode			
6	DNS, Domain Name System			
7	OSCAR, AOL Instant Messenger Protocol			
8	PNRP, Peer Name Resolution Protocol			
9	SSL, Secure Sockets Layer			
<b>Вариант 2</b>				
1	IEEE 802.15 (Bluetooth)			
2	ARCnet			
3	IPv4/IPv6, Internet Protocol			
4	PIM-DM, Protocol Independent Multicast Dense Mode			
5	SOCKS, SOCKEt Secure			
6	RARP, Reverse Address Resolution Protocol			
7	Rlogin, Remote Login in UNIX Systems			
8	RPC, Remote Procedure Call			
9	ES-IS End System — Intermediate System			
<b>Вариант 3</b>				
1	IrDA Infrared Data Association			
2	CAN Controller Area Network,			
3	DVMRP, Distance Vector Multicast Routing Protocol			
4	IPsec, Internet Protocol Security			
5	ZIP, Zone Information Protocol			
6	SNMP, Simple Network Management Protocol			



7	REL, Reliable Event Logging Protocol			
8	RIP, Routing Information Protocol			
9	TLS Transport Layer Security			

Вариант 4				
1	EIA-485 Electronics Industries Alliance			
2	Econet,			
3	ARP, Address Resolution Protocol			
4	IPX, Internetwork Packet Exchange			
5	SDP, Sockets Direct Protocol			
6	BitTorrent			
7	RDP, Remote Desktop Protocol			
8	RTMP, Real Time Messaging Protocol			
9	xDSL digital subscriber line			

Вариант 5				
1	RS-232, Recommended Standard 232			
2	Ethernet			
3	ICMP, Internet Control Message Protocol			
4	RIP, Routing Information Protocol			
5	AFP, Apple Filing Protocol			
6	BOOTP, bootstrap protocol			
7	SDP, Session Description Protocol			
8	SIP, Session Initiation Protocol			

Вариант 6				
1	EIA-422, Electronics Industries Alliance			
2	EAPS, Ethernet Automatic Protection Switching			
3	IGMP, Internet Group Management Protocol			
4	DDP, Datagram Delivery Protocol			
5	ICA, Independent Computing Architecture, the Citrix system core protocol			
6	Freenet			
7	NTP, Network Time Protocol			
8	RTP, Real-time Transport Protocol			

Вариант 7				
1	EIA-423			
2	Fiber Distributed Data Interface (FDDI),			
3	PIM-SM, Protocol Independent Multicast Sparse Mode			
4	BGP, Border Gateway Protocol			
5	LPP, Lightweight Presentation Protocol			
6	CMIP, Common Management Information Protocol			

7	DeviceNet			
8	SAP, Session Announcement Protocol			
9	X.500, Directory Access Protocol (DAP)			

Вариант 8				
1	RS-449, Recommended Standard 449			
2	Frame Relay,			
3	PIM-DM, Protocol Independent Multicast Dense Mode			
4	ADSP, Протокол потоков данных AppleTalk (AppleTalk Data Stream Protocol)			
5	NCP, NetWare Core Protocol			
6	eDonkey			
7	RTPS, Real Time Publish Subscribe			
8	RTSP, Real Time Streaming Protocol			

Вариант 9				
1	RS-485, Recommended Standard 485			
2	HDLC, High-Level Data Link Control			
3	IPsec, Internet Protocol Security			
4	ASP, Сеансовый протокол AppleTalk (AppleTalk Session Protocol)			
5	NDR, Network Data Representation			
6	SLP, Service Location Protocol			
7	SMB, Server Message Block			
8	SNTP, Simple Network Time Protocol			

Вариант 10				
1	ADSL, asymmetric + DSL			
2	IEEE 802.2 (provides LLC functions to IEEE 802 MAC layers),			
3	IPX, Internetwork Packet Exchange			
4	H.245, Call Control Protocol for Multimedia Communication			
5	Telnet (a remote terminal access protocol)			
6	SSH, Secure Shell			
7	SSMS, Secure SMS Messaging Protocol			
8	TCAP, Transaction Capabilities Application Part			

Вариант 11				
1	ISDN, Integrated Services Digital Network			
2	IEEE 802.11 wireless LAN,			
3	RIP, Routing Information Protocol			
4	ISO-SP, OSI session-layer protocol (X.225, ISO 8327)			
5	XDR, eXternal Data Representation			
6	TDS, Tabular Data Stream			
7	TSP, Time Stamp Protocol			

8	VTP, Virtual Terminal Protocol			
---	--------------------------------	--	--	--

Вариант 12				
1	SONET/SDH, Synchronous Digital Hierarchy, SONET			
2	LAPD, Link Access Procedures, D channel			
3	DDP, Datagram Delivery Protocol			
4	iSNS, Internet Storage Name Service			
5	X.25 Packet Assembler/Disassembler Protocol (PAD)			
6	Whois (and RWhois), Remote Directory Access Protocol			
7	WebDAV			
8	X.400, Message Handling Service Protocol			
Вариант 13				
1	802.11 Wi-Fi			
2	LocalTalk,			
3	BGP, Border Gateway Protocol			
4	L2F, Layer 2 Forwarding Protocol			
5	Telnet			
6	9P, Plan 9 from Bell Labs distributed file system protocol			
7	AFP, Apple Filing Protocol			
8	APPC, Advanced Program-to-Program Communication			
9	XMPP, Extensible Messaging and Presence Protocol			
Вариант 14				
1	Etherloop			
2	MPLS, Multiprotocol Label Switching			
3	Open Systems Interconnection (OSI) Model			
4	L2TP, Layer 2 Tunneling Protocol			
5	SSH Secure Shell			
6	AMQP, Advanced Message Queuing Protocol			
7	Atom Publishing Protocol			
8	Bitcoin, — пиринговая система электронной наличности			
Вариант 15				
1	GSM Um radio interface			
2	PPP, Point-to-Point Protocol			
3	IPv4/IPv6, Internet Protocol			
4	NetBIOS, Network Basic Input Output System			
5	FTP, File Transfer Protocol			
6	CFDP, Coherent File Distribution Protocol			
7	CoAP, Constrained Application Protocol			
8	DDS, Data Distribution Service			

Вариант 16				
1	ITU и ITU-T			
2	SLIP, Serial Line Internet Protocol			
3	DVMRP, Distance Vector Multicast Routing Protocol			
4	PAP, Password Authentication Protocol			
5	TFTP, Trivial File Transfer Protocol			
6	ENRP, Endpoint Handlespace Redundancy Protocol			
7	FastTrack (KaZaa, Grokster, iMesh)			
8	Finger, User Information Protocol			
9	OSPF Open Shortest Path First			
Вариант 17				
1	TransferJet			
2	Spanning tree protocol,			
3	TCP, Transmission Control Protocol			
4	PPTP, Point-to-Point Tunneling Protocol			
5	SMTP, Simple Mail Transfer Protocol			
6	FTAM, File Transfer Access and Management			
7	Gopher, Gopher protocol			
8	HL7, Health Level Seven			
Вариант 18				
1	ARINC 818			
2	StarLan			
3	UDP, User Datagram Protocol			
4	RPC, Remote Procedure Call Protocol			
5	IMAP, Internet Mail Access Protocol			
6	H.323, Packet-Based Multimedia Communications System			
7	IRCP, Internet Relay Chat Protocol			
8	Kademlia			
9	DHCP Dynamic Host Configuration Protocol			
Вариант 19				
1	G.hn/G.9960			
2	Token ring,			
3	ARP, Address Resolution Protocol			
4	RTCP, Real-time Transport Control Protocol			
5	POP3, Post Office Protocol			
6	KAP, Anonymous File Transfer over UDP/IP (KickAss Protocol)			
7	LDAP, Lightweight Directory Access Protocol			
8	LPD, Line Printer Daemon Protocol			
9	IS-IS, Intermediate System – Intermediate System			

Вариант 20				
1	USB, Universal Serial Bus			
2	ISDN, Integrated Services Digital Network			
3	ICMP, Internet Control Message Protocol			
4	SMPP, Short Message Peer-to-Peer			
5	HTTP, HyperText Transfer Protocol			
6	NFS, Network File System			
7	NIS, Network Information Service			
8	NNTP, Network News Transfer Protocol			
9	SPX Sequenced Packet eXchange			
Вариант 21				
1	Firewire.			
2	x.25.			
3	IGMP, Internet Group Management Protocol			
4	SCP, Session Control Protocol			
5	MIME (S-MIME), Multipurpose Internet Mail Extensions and Secure MIME			
6	Modbus			
7	Netconf			
8	NTCIP, National Transportation Communications for Intelligent Transportation System Protocol			

**Успехов и удачи!**