

Утверждено
Приказом Генерального директора
№ 16-О от 10.08.2026
Генеральный директор
ООО «НТИЦ ПРОТЕЙ»



Апостолова Н.А.



Программа курса
«Инженер внедрения и сопровождения IT»

Санкт-Петербург
2026 г.

Содержание

Длительность курса	3
Цель курса	3
Категория обучающихся	3
Уровень обучающихся	3
Планируемые результаты обучения	4
Учебный план	6
Рабочая программа	8
Тематика практических заданий	11
Список рекомендованной литературы	14
Список используемых источников	14
Технические стандарты	14

Длительность курса

Программа обучения рассчитана на 46 часов. Количество часов, отводимых на изучение теоретической программы – 22 часа, отработка практических навыков – 24 часа, из них 2 часа выделено на итоговую аттестацию.

Цель курса

Подготовка начинающих специалистов и студентов технических направлений к профессиональной деятельности в командах технической поддержки программного обеспечения Группы Компаний «ПРОТЕЙ».

Категория обучающихся

Студенты IT- и телеком-направлений, преимущественно специальность (11.03.02) «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», начинающие специалисты в области:

- мобильных сетей;
- телекоммуникаций;
- сетевых технологий;
- сетевой безопасности;
- инфраструктурных IT-систем.

Уровень обучающихся

- знают принципы построения систем связи, телекоммуникационных систем различных типов;
- знают предпосылки разработки, принципы и структуру базовой эталонной модели взаимодействия открытых систем OSI;
- знают функции каждого уровня OSI, понятие о протоколах OSI, общие сведения об оборудовании, выполняющем функции каждого уровня OSI;
- знают стандарты качества передачи данных, голоса и видео, применяемых в сети организации связи;
- знают правила работы с различными информационными системами и базами данных;
- знают современные требования по производительности, доступности, безопасности, масштабируемости, интеграции технологий, управляемости систем связи (телекоммуникаций);
- знают общие принципы функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств поддерживаемой программно-конфигурируемой инфокоммуникационной сети;
- знают критерии и методы для проведения тестовых операций;
- владеют навыками разработки схемы организации связи и интеграции новых сетевых элементов;
- владеют навыками работы на коммутационном оборудовании по обеспечению реализации услуг, развертыванию оборудования сервисных платформ, оборудования новых технологий на сети, выполнению планов по расширению существующего оборудования сетевых платформ и новых технологий;
- умеют работать с различными информационными системами и базами данных, обрабатывать информацию с использованием современных технических средств;

- владеют навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникационного оборудования;
- умеют осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи;
- умеют использовать программное обеспечение оборудования при его настройке;
- владеют навыками тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования связи (телекоммуникаций);
- умеют организовать сбор и обработку данных, необходимых для функционирования системы;
- умеют выполнить тестовый запуск отдельных модулей приложения и обеспечить проверку полной функциональности.

Планируемые результаты обучения

После прохождения курса обучающиеся
будут знать:

- алгоритмы взаимодействия аппаратных компонент, их основные характеристики, определяющие производительность, а также уникальные особенности и функции, выполняемые на каждом модуле;
- особенности работы ОС Linux (GNU/Linux), различные стороны работы разных видов ОС, многообразие и особенности узконаправленных специализированных ОС на базе ядра Linux;
- что такое интеллектуальные услуги (IN-сервисы);
- применение протокола SMPP для построения мобильных услуг;
- основы архитектуры сетей мобильной связи;
- эволюцию архитектуры сетей мобильной связи 2G/3G/4G/5G и ключевые различия между поколениями;
- модели организации операторов связи и категории абонентов и устройств;
- основы архитектуры ядра мобильной пакетной сети;
- назначение основных элементов ядра сети;
- принципы маршрутизации и логику передачи пользовательского и сигнального трафика в рамках публичных и частных сетей LTE;
- процедуры регистрации, аутентификации и управления мобильностью абонентов;
- принципы построения сетей следующего поколения (NGN);
- основные понятия и различия между уровнями архитектуры NGN
- практику функционирования телекоммуникационного оборудования на примере продуктовой линейки компании ПРОТЕЙ;
- схему взаимосвязей функциональных узлов с акцентом на задействованных элементах компании ПРОТЕЙ (SSW4, SSW5, A-SBC, I-SBC, ITG);
- эволюцию телефонии от классических сетей PSTN к пакетной передаче данных;
- систему IMS, ее основные функции;
- основные принципы, цели и задачи мониторинга;

- принципы проектирования и масштабирования отказоустойчивых сигнальных сетей (SS7, Diameter, GTP, SIP);
- методы выявления основных угроз и защиты от атак на сигнальные протоколы с использованием Signaling Firewall.

будут уметь:

- устанавливать операционную систему на базе ядра Linux при помощи графической оболочки (GUI) и загрузочного носителя (iso-образа);
- подключаться по ssh протоколу к установленной и загруженной среде ОС Linux и работать в консоли управления, используя основные типовые команды;
- создавать виртуальные машины с использованием вложенной виртуализации, а также ознакомление с инструментами для передачи файлов между хостовой и гостевыми операционными системами;
- анализировать пакеты SMPP в Wireshark
- писать простые пользовательские сценарии на языке JavaScript для интеллектуальных услуг (IN-сервисов);
- работать с базовыми телеком-протоколами;
- интерпретировать сценарии прохождения сигнального трафика;
- проектировать архитектуру сети оператора в зависимости от модели и категории потребителей;
- анализировать сетевые дампы в Wireshark;
- решать проблемы, возникающие при миграции и эксплуатации VoIP-решений;
- выбирать архитектуру ВКС, настраивать кодеки и механизмы коррекции потерь;
- работать с протоколами Radius, Diameter;
- работать с продуктами DPI/PCRF;
- анализировать tcpdump-ы сигнального обмена с помощью ПО Wireshark;
- применять принципы мониторинга, проектировать дашборды, настраивать аварии.

Материально-техническое обеспечение

Проектор с воспроизведением на интерактивную панель, маркерная доска, учебная мебель (стулья, столы для слушателей в достаточном количестве), стол и стул для преподавателя, стеллаж для хранения документов, необходимое количество ноутбуков для работы обучающихся, а также ноутбук для преподавателя.

Учебный план

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, часов	Теория	Практика	Форма проведения занятия
1.	Тема 1. Hardware, Linux	4	2	2	Лекция, Практическое задание

2.	Тема 2. Виртуализация серверов	4	2	2	Лекция, Практическое задание
3.	Тема 3. Интеллектуальные платформы	4	2	2	Лекция, Практическое задание
4.	Тема 4. Архитектура EPC в сетях рLTE	4	2	2	Лекция, Практическое задание
5.	Тема 5. Мобильные сети: архитектура, ядро сети и принципы работы мобильной связи	4	2	2	Лекция, Практическое задание
6.	Тема 6. Архитектура NGN и продуктовая экосистема ПРОТЕЙ	4	2	2	Лекция, Практическое задание
7.	Тема 7. ВКС	4	2	3	Лекции, Практическое задание
8.	Тема 8. DPI/PCRF	4	2	2	Лекция, Практическое задание
9.	Тема 9. IMS	4	2	3	Лекция, Практическое задание
10.	Тема 10. Системы мониторинга	4	2	2	Лекция, Практическое задание
11.	Тема 11. Архитектура ПО ПРОТЕЙ	4	2	-	Лекция
12.	Итоговая аттестация	2	-	2	Тестирование
Итого:		46	22	24	

Рабочая программа

Тема 1. Hardware, Linux

- Серверная аппаратная часть и ее компоненты
- Взаимодействие аппаратных компонент с программной операционной средой
- Особенности работы ОС Linux (GNU/Linux), сравнительный узконаправленных специализированных ОС на базе ядра Linux
- Установка ОС на базе ядра Linux при помощи графической оболочки (GUI) и загрузочного носителя (iso-образ)
- Работа в консоли. Использование инструментов и утилит консоли ОС Linux при отсутствии графической оболочки

Тема 2. Виртуализация серверов

- Типы виртуализации
- Гипервизор, его типы
- Платформы виртуализации
- Аппаратные компоненты
- Решения, применяемые в промышленной эксплуатации (CPU Pinning, топология NUMA, PCI Passthrough, SR-IOV)

Тема 3. Интеллектуальные платформы

- Понятия интеллектуальной сети связи и интеллектуальной платформы
- DBO (VAS): обзор продуктов
- Протокол SMPP, его роль и особенности применения для построения SMS- и USSD-услуг
- Назначение, архитектура, принципы работы услуги «Service Builder»

Тема 4. Архитектура EPC в сетях 4G/LTE

- Понятия Public LTE, Private LTE, MVNO.
- Архитектура и назначение элементов EPC (eNodeB, MME, HSS, SGW, PGW, PCRF).
- Основные протоколы, используемые в EPC.
- Определения и сущности используемые в LTE (идентификаторы).
- Понятие роуминга.
- Понятие Handover.
- Понятие QoS и bearer

Тема 5. Мобильные сети: архитектура, ядро сети и принципы работы мобильной связи

- Введение в мобильные сети, эволюция мобильных сетей
- Архитектура мобильной сети: RAN и Core Network

- Элементы ядра сети: HLR/HSS, VLR, MSC, SGSN/GGSN, STP
- Управление мобильностью абонента
- Аутентификация и безопасность
- Протоколы сигнализации SS7/SIGTRAN. MAP, SCCP, TCAP, SCTP
- Анализ сигнальных сообщений в Wireshark
- Роуминг и взаимодействие операторов
- Конвергентные сети и взаимодействие 2G/3G/4G/5G
- MVNO и виртуальные операторы
- Интернет вещей (IoT) в мобильных сетях

Тема 6. Архитектура NGN и продуктовая экосистема ПРОТЕЙ

- Принципы построения сетей следующего поколения (NGN)
- Функционирование телекоммуникационного оборудования на примере продуктовой линейки ПРОТЕЙ (SSW4, SSW5, A-SBC, I-SBC, ITG)
- Эволюция телефонии от сетей PSTN к пакетной передаче данных
- Эксплуатация VoIP-решений
- Уровни архитектуры NGN (Access, Transport, Control, Service)

Тема 7. ВКС

- Современная ВКС: технические аспекты, роль в бизнесе, практические задачи
- Основные подходы к организации ВКС: публичные облачные сервисы (Zoom, Teams, Google Meet) и корпоративные on-premise решения (на примере продуктов ПРОТЕЙ)
- Архитектура аппаратно-программного комплекса ВКС: терминалы, серверы, дополнительные модули.
- Протоколы SIP и SDP.
- Медиа-секции SDP: аудио, видео, потоки FEC (ulpfec) и протокол BFCP для управления презентацией

Тема 8. DPI/PCRF

- Протоколы AAA
- Протокол Radius
- Протокол Diameter, интерфейсы Gx/Gy
- Основные функции DPI
- Интеграция в сети оператора DPI
- Основные функции PCRF
- Интеграция в сети оператора PCRF
- Сети, стек TCP/IP, коммутация, маршрутизация

Тема 9. IMS

- Понятие IMS, структурная схема
- Основные элементы IMS, их функции и взаимодействие

- Примеры базовых сценариев регистрации и вызова

Тема 10. Системы мониторинга

- Процесс мониторинга и понятие observability на примерах из IT и телеком-сферы
- Цели мониторинга: контроль работоспособности, обнаружение деградации, анализ производительности, диагностика инцидентов
- Элементы современных систем мониторинга: метрики, журналы, статистические данные, дашборды, аварии
- Различие между классическим мониторингом и понятием observability
- Процесс прохождения данных: сбор метрик и журналов, их хранение, отображение на дашбордах и формирование аварийных событий (Telegraf, Vector, Kafka, ClickHouse, Grafana, Metabase, Moira)

Тема 11. Архитектура программного обеспечения ПРОТЕЙ

- Архитектура сигнальных сетей: проектирование, масштабирование, обеспечение надежности и отказоустойчивости, подготовка требований для новых сервисов
- Безопасность в сети, основные угрозы
- Защита от атак на SS7, Diameter, GTP, SIP. Signalling Firewall

Тематика практических заданий

Задание 1

Установить серверную версию Ubuntu 24.04 в виртуальной среде (гипервизоре), настройка сетевого доступа по SSH и выполнить ключевые команд Linux для диагностики системы, управления процессами и файлами.

Дополнительно требуется провести тестирование пропускной способности канала между хостовой и виртуальной машиной с помощью `iperf3`, параллельно захватывая сетевой трафик через `tcpdump`, а также ответить на теоретический вопрос о различиях в разрядности загрузчика BIOS и работающей операционной системы.

Задание 2

Развернуть виртуальную машину, используя технологию вложенной виртуализации: на физическом ПК/ноутбуке/сервере создать первую виртуальную машину с Ubuntu Server LTS без графической оболочки, внутри неё, задействуя вложенную виртуализацию, создать вторую виртуальную машину, после чего передать произвольный файл из хост-системы в обе гостевые ОС, без использования сетевых протоколов/утилит (SCP, SSH и т.п.), используя любые другие методы, затем сравнить хэш-сумму файла во всех трёх системах.

Задание 3

Ответить на вопросы по протоколу SMPP v3.4. Проанализировать дампы с SMPP обменом в Wireshark.

Познакомиться с языком программирования JavaScript, написать код на JavaScript, который рассчитывает итоговую стоимость товара с учетом скидки.

Задание 4

Практический анализ сетевого трафика LTE с использованием анализатора Wireshark для изучения процедуры регистрации абонента Attach в соответствии со спецификацией 3GPP TS 23.401.

Необходимо сопоставить сетевые узлы с их IP-адресами, найти в дампе постоянный и временный идентификаторы абонента, определить присланное сетью время и часовой пояс, а также самостоятельно выбрать одно из сообщений, описав его назначение и ключевые параметры.

Задание 5

Практический анализ сигнального трафика (MAP и Diameter) с использованием программы Wireshark. Необходимо определить и описать процедуры, представленные в дампе, идентифицировать участвующие сетевые элементы, используемые идентификаторы и проанализировать результат сигнального обмена.

Дополнительно по желанию предлагается разработать SQL-запросы для создания таблиц с абонентскими данными и выполнения типовых операций выборки с сортировкой, ограничением и объединением по ключевым параметрам.

Задание 6

Практический анализ сигнального и медиатрафика VoIP, проходящего через программный коммутатор (Softswitch). Необходимо с помощью Wireshark восстановить логику установления соединения (Call Flow) для двух разных сценариев вызовов и сравнить их.

В рамках анализа требуется определить, какие IP-адреса и порты используются для передачи голосового трафика (RTP), какой кодек применялся, и понять, чем именно отличаются действия абонента в каждом из случаев.

Задание 7

Анализ трафика видеовызова в Wireshark. Необходимо по pcap-дампу определить аудиокодеки, заявленные абонентом, и выяснить, включена ли на сервере поддержка FEC. Также требуется объяснить, почему при включении презентации на абоненте она не доходит до сервера, ответ нужно подтвердить скриншотами/выдержками из дампа.

В задании повышенной сложности необходимо по тому же дампу диагностировать возможные причины жалоб на «вырывание слов» и «зависание изображения». Потребуется оценить в Wireshark метрики качества RTP-потока: потери пакетов, джиттер, задержки (статистика Telephony → RTP → Stream Analysis), а также проанализировать временные характеристики сети.

Задание 8

Сделать расчет емкости сети для адреса, определить адрес подсети (с пояснениями и комментариями).

Нарисовать Call Flow для заданного дампа, отметить на диаграмме самые важные передаваемые параметры для каждого пакета.

Задание 9

Проанализировать два предоставленных дампа трафика IMS (регистрацию и вызов IMS-to-IMS), чтобы на их основе восстановить call-flow обеих процедур. Необходимо визуализировать сигнальный обмен между сетевыми элементами, указав IP-адреса, порты и названия IMS-узлов, а затем подробно ответить на ряд вопросов об идентификаторах абонентов, подключенных AS и используемых диаметровых запросах.

Задание повышенной сложности: найти в дампе с регистрацией Initial Filter Criteria (iFC) и вынести его в ответ. Также требуется кратко описать принцип, по которому S-CSCF выбирает конкретный AS, основываясь на этих критериях.

Задание 10

Обучающиеся делятся на группы, которые выбирают произвольный бытовой объект (например, холодильник, тетрадь или клетку с хомяком), определяют,

какие метрики с него можно собирать, с какой целью, какие пороговые значения и аварии могут возникнуть, и представляют результаты в виде короткой презентации.

Список рекомендованной литературы

1. Гольдштейн Б. С. Инфокоммуникационные сети и системы. СПб.: БХВ-Петербург, 2019.
2. Протоколы AAA: RADIUS и Diameter. Серия «Телекоммуникационные протоколы». Книга 9. Б. С. Гольдштейн, В. С. Елагин, Ю. Л. Сенченко. СПб.: БХВ, 2011.
3. Протоколы стека OKC7: подсистема MAP. Серия «Телекоммуникационные протоколы». Книга 9. В.Ю. Гойхман, Б. С. Гольдштейн, Н.Г. Сибирякова, БХВ, 2012.
4. Сети для самых маленьких (серия статей): <https://linkmeup.ru/blog/1188/>
5. Сети и Стандарты мобильной связи. Учебное пособие СПбГУТ, В.И. Данилов, 2015.
6. 3G, 4G and Beyond: Bringing Networks, Devices and the Web Together, 2nd Edition, Martin Sauter, 2013.
7. Kreher, Ralf & Gaenger, Karsten. (2010). LTE Signaling, Troubleshooting, and Optimization.

Список используемых источников

1. <https://datatracker.ietf.org/>
2. <https://www.etsi.org/>
3. <https://www.itu.int/ru/>
4. Спецификация протокола SMPP v3.4 "Short Message Peer to Peer Protocol Specification v3.4"
5. Документация по продуктам ПРОТЕЙ
6. Официальная документация Telegraf
7. Официальная документация Vector
8. Официальная документация ClickHouse
9. Официальная документация Grafana
10. Официальная документация Metabase
11. Официальная документация Moira
12. Структура IFC:
https://docs.oracle.com/cd/E23521_01/doc.60/e23532/sbors_app_ifc.htm
13. <https://itechinfo.ru/content/voice-over-lte-volte>
14. https://dstest.info/DiaDict/Dictionary/Push-Profile-Request_Cx.html

15. <https://realtimecommunication.wordpress.com/>

Технические стандарты

1. SIGTRAN, RFC 2719
<https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc2719>
2. TCAP, ITU-T серии Q.771 - Q.775
<https://www.itu.int/rec/>
3. MAP, ETSI TS 29.002:
https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/129000_129099/129002/15.05.00_60/ts_129002v150500p.pdf
4. Diameter Base, RFC 6733:
<https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6733>
5. Diameter S6a/S6d, ETSI TS 29.272
https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/129200_129299/129272/15.10.00_60/ts_129272v151000p.pdf
6. Diameter S6t/S6m, ETSI TS 29.336
https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/129300_129399/129336/15.09.00_60/ts_129336v150900p.pdf
7. Процедуры в сетях 4g:
https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/123400_123499/123401/16.07.00_60/ts_123401v160700p.pdf
8. S1AP:
https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/136400_136499/136413/15.03.00_60/ts_136413v150300p.pdf
9. GTPv2:
https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/129200_129299/129274/15.07.01_60/ts_129274v150701p.pdf
10. Diameter (s6a/b):
https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/129200_129299/129272/15.10.00_60/ts_129272v151000p.pdf
11. NAS:
https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/124300_124399/124301/16.07.00_60/ts_124301v160700p.pdf
12. GTP-U:
https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/129200_129299/129281/15.07.00_60/ts_129281v150700p.pdf

13. TS 24.229:

https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/124200_124299/124229/16.06.00_60/ts_124229v160600p.pdf

14. TS 24.228:

https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/124200_124299/124228/05.15.00_60/ts_124228v051500p.pdf

15. TS 129 212:

https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/129200_129299/129212/16.03.00_60/ts_129212v160300p.pdf

16. TS 132 299:

https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/132200_132299/132299/16.02.00_60/ts_132299v160200p.pdf

17. RFC 4006:

<https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc4006>