

СЪДЪРЖАНИЕ

УВОД	12
БЛАГОДАРНОСТИ	15
ВЪВЕДЕНИЕ. ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННИ МРЕЖИ	16
ЧАСТ 1. СЪЩНОСТ И РОЛЯ НА СИГНАЛИЗАЦИИТЕ	18
ГЛАВА 1. ОБЩ ПРЕГЛЕД НА РАЗВИТИЕТО НА СИГНАЛИЗАЦИЯТА	18
1.1. История и видове сигнализации.....	18
1.2. Сигнализация по общ канал	19
1.3. Приложения на сигнализацията по общ канал	20
1.4. Сигнализация в клетъчните мобилни мрежи	20
1.5. Цифрова абонатна сигнализация	21
1.6. Многообразие в системите за сигнализация	22
1.7. Стандарти при системите за сигнализация.....	23
ГЛАВА 2. СИГНАЛИЗАЦИЯ № 7 (SS 7)	25
2.1. Архитектура на SS 7.....	25
2.2. Еталонен модел на SS 7	29
2.3. Сигнални съобщения	30
2.4. Функционалност на сигнализацията във високите слоеве.....	32
2.5. Абонатна сигнализация DSS1 (Digital Subscriber Signaling1).....	35
ГЛАВА 3. СТАНДАРТИЗАЦИЯ НА СИГНАЛИЗАЦИЯТА И ПРОТОКОЛИТЕ В МРЕЖА ОТ СЛЕДВАЩО ПОКОЛЕНИЕ N_xGN (Next Generation Network)	37
3.1. Еталонен модел на N _x GN.....	38
3.2. Архитектура на N _x GN	40
3.3. Структура и особености на N _x GN	43
3.4. Архитектура на сигнализацията и протоколите в N _x GN	46
ГЛАВА 4. ПРОТОКОЛИ В N_xGN	49
4.1. Протокол SIGTRAN (SS7 over IP).....	49
4.1.1. Архитектура на Sigtran.....	50
4.1.2. Транспортни протоколи TCP и SCTP	51
4.1.3. Адаптационни слоеве на Sigtran	54
4.2. Протокол DIAMETER	57
4.2.1. Протоколен стек на Диаметър.....	59
4.2.2. Контролер на сигнализация Диаметър (DSC).....	61
4.2.3. Особености при използване на сигнализация Диаметър и DSC ...	63

4.3. Протокол SNMP	68
4.4. Протокол SOAP	73

**ГЛАВА 5. СИГНАЛИЗАЦИЯ ПРИ ОБСЛУЖВАНЕ
НА ПОВИКВАНИЯТА В IP БАЗИРАНИ МРЕЖИ**

5.1. Протокол H.323	79
5.1.1. Архитектура на протокол H.323.....	79
5.1.2. Структура на протоколите на H.323	81
5.2. Протокол за започване на сесия SIP (Session Initiation Protocol)	82
5.2.1. Архитектура на SIP	83
5.2.2. SIP повиквания	84
5.3. Протокол за описание на сесия SDP (Session Description Protocol)	84
5.4. Протокол за известяване на сесия SAP (Session Announcement Protocol)	85
5.5. Протокол за управление на медийния шлюз MGCP (Media Gateway Control Protocol)	86
5.6. Протокол H.248 (Megaco)	88
5.6.1. Архитектура на протокол H.248 (Megaco)	89
5.6.2. Структури на изграждането на връзките.....	89
5.7. Протокол за пренос в реално време RTP (Real-time Transport Protocol)	91
5.8. Протокол за управление на RTP, RTCP (Real-time Transport Control Protocol)	92
5.9. Протокол RTCP Extended Reports (RTCP XR)	93
5.10. Протокол cRTP (Compressed Real-time Transport Protocol)	94
5.11. Протокол за предаване на медийни потоци в реално време RTSP (Real-Time Streaming Protocol)	95

**ГЛАВА 6. СИГНАЛИЗАЦИЯ В МОБИЛНИ КЛЕТЪЧНИ
МРЕЖИ**

6.1. Въведение	96
6.2. Поколение 2G. GSM	98
6.2.1. Инфраструктура и функции в GSM мрежа	98
6.2.2. Структура на каналите за сигнализация.....	107
6.2.3. Сигнализация в GSM клетъчна мрежа	110
6.2.3.1. Интерфейси в GSM.....	110
6.2.3.2. Функции и протоколи на слоевете.....	115
6.3. Поколение 2.5G. GPRS	119
6.4. Поколение 3G. UMTS	122
6.4.1. Структура и интерфейси на UMTS	124
6.4.2. Структура на каналите за сигнализация	127

6.5. Поколение 4G. LTE	130
6.5.1. Архитектура на мрежата	131
6.5.2. Интерфейси в LTE	135
6.5.3. Протоколни стекове в архитектурата на LTE	136
6.5.4. Канали за сигнализация	139

ЧАСТ 2. РАЗВИТИЕ НА ТЕХНОЛОГИИТЕ И ПРОТОКОЛИТЕ ЗА СИГНАЛИЗАЦИЯ В ТЯХ..... 143

ГЛАВА 1. ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕХНОЛОГИИТЕ В БЪДЕЩИТЕ МРЕЖИ

1.1. Въведение.....	143
1.2. Основни изисквания	145
1.3. Специфични изисквания	146
1.3.1. Енергийна ефективност	146
1.3.2. Разнообразие на услугите (Service Diversity).....	147
1.3.3. Програмируемост на услугите	148
1.3.4. Мрежата като средство за достъп до данни или съдържание	148
1.3.5. Икономически аспекти на бъдещите мрежи	149
1.3.6. Изисквания по отношение на мениджмънт на мрежите	150
1.3.7. Изисквания към архитектурата по отношение на мобилност	151
1.3.8. Нова структура на идентификацията в мрежите	151
1.3.9. Надеждност и сигурност	152
1.4. Перспективни технологии - системни аспекти.....	152
1.4.1. Виртуализация на мрежите (Network Virtualization)	153
1.4.2. Мениджмънт на мрежите (Network Management)	154
1.4.3. Пестене на енергия в мрежите	155
1.4.4. Идентификация на обекти	156
1.4.5. Разширена мобилност в мрежите.....	157
1.4.6. Самооптимизиращи се мрежи	158
1.4.7. Методи за работа в мрежи, фокусирани върху разпределението на данни/съдържание.....	160
1.4.8. Програмируемост на мрежите.....	161
1.4.9. Развитие във времето	162

ГЛАВА 2. РАЗВИТИЕ НА МРЕЖИТЕ 5G

2.1. Въведение.....	163
2.2. Цели и задачи на 5G.....	165
2.3. Основни области за ползване на 5G.....	166
2.4. Приложения на 5G	167
2.5. Развитие на стандартизацията при 5G.....	168
2.6. Архитектура и характеристики на 5G	172
2.7. Функциониране и съвместна работа на 5G с 4G	176

2.8. Нови технологии.....	180
2.8.1. Милиметрови вълни (5G New Radio)	180
2.8.2. Малки клетки	181
2.8.3. Антенни технологии ММО	182
2.8.4. Формиране на лъчи (Beamforming).....	183
2.8.5. Пълен дуплекс.....	184
2.9. Предизвикателства за сигурността на 5G	185
2.9.1. Разнообразие на приложенията и разнородност в мрежите	187
2.9.2. Защита на сигурността на информацията	187
2.9.3. Смущения и намеса в радиосистемите (interference)	188
2.9.4. Сигурност по подразбиране.....	188

ГЛАВА 3. ПРОТОКОЛИ И ТЕХНОЛОГИИ ЗА ИНТЕРНЕТ НА НЕЩАТА

НА НЕЩАТА	190
3.1. Въведение в протоколите за Интернет на нещата (IoT)	190
3.2. Архитектура на IoT	191
3.3. Елементи на IoT.....	193
3.4. Канали, мрежи и топологии на IoT.....	198
3.4.1. Видове IoT канали	198
3.4.2. Видове IoT мрежи.....	199
3.5. Протоколи и технологии за IoT	201
3.5.1. Приложни протоколи	202
3.5.1.1. Ограничен приложен протокол CoAP (Constrained Application Protocol).....	202
3.5.1.2. Протокол "Опашка за транспорт на телеметрични съобщения" MQTT (Message Queue Telemetry Transport)	204
3.5.1.3. Разширяем протокол за съобщения и присъствие XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol).....	206
3.5.1.4. Усъвършенстван протокол за съобщения в опашка AMQP (Advanced Message Queuing Protocol).....	208
3.5.1.5. Услуга за разпространение на данни DDS (Data Distribution Service).....	210
3.5.2. Протоколи за откриване и свързване на услуги (Service Discovery Protocols)	212
3.5.2.1. Протокол "Многоадресен DNS - mDNS (Multicast DNS)"	212
3.5.2.2. Протокол за DNS-базирано откриване и сдвояване на услуги - DNS-SD (DNS Service Discovery)	213
3.5.3. Инфраструктурни протоколи и технологии	213
3.5.3.1. Маршрутизиращ протокол за мрежи с ниска мощност и със загуби RPL (Routing Protocol for Low Power and Lossy Networks).....	213
3.5.3.2. Протокол 6LowPAN: WPAN (Low power Wireless Personal Area Networks).....	215
3.5.3.3. Протокол IEEE 802.15.4.....	216

3.5.3.4. Протокол Bluetooth с ниска енергия BLE (Bluetooth Low Energy).....	217
3.5.3.5. Протоколи на LTE-A (Long Term Evolution - Advanced)	218
3.5.3.6. Протокол Z-Wave	219
3.5.3.7. ZigBee 3.0	220
3.5.3.8. Wi-Fi.....	221
3.5.3.9. LoRaWAN.....	221
3.5.3.10. EPCglobal: The Electronic Product Code (EPC)	221
3.5.4. Други свързани протоколи и технологии	223
3.5.4.1. Решения за сигурност.....	223
3.5.4.2. Решения за оперативна съвместимост (Interoperability - IEEE 1905.1).....	224

ГЛАВА 4. ОСОБЕНОСТИ НА СЛЕДВАЩОТО ПОКОЛЕНИЕ ПРОТОКОЛИ NGP (NEXT GENERATION PROTOCOLS)	226
4.1. Въведение.....	226
4.2. Технологични решения за следващо поколение протоколи	228
4.2.1. Предавания "на живо"	228
4.2.2. Сигнализация на равнината за управление	230
4.2.3. Съображения за сигурността	231
4.2.4. Опции на транспортния слой	231
4.2.5. Особенности при миграцията към NGP	232

ГЛАВА 5. НОВИ ПОДХОДИ В ТЕХНОЛОГИИТЕ ЗА СЛЕДВАЩОТО ПОКОЛЕНИЕ ПРОТОКОЛИ.....	233
5.1. Въведение и обхват.....	234
5.2. Цели и задачи	235
5.3. Изисквания към следващото поколение протоколи, свързани с пазарни стимули.....	236
5.3.1. Адресиране в мрежата	238
5.3.1.1. Предизвикателства към IP адреса	238
5.3.1.2. Перспективи и текущи изследвания относно адресните системи	239
5.3.2. Мобилност - всеобхватност и непрекъснатост на свързаността.....	241
5.3.2.1. Мениджмънт на мобилността на 5G мрежи и непрекъснатост на сесията.....	241
5.3.2.2. Еволюция на мобилността	242
5.3.2.3. Универсален подход към мобилността	243
5.3.3. Сигурност.....	244
5.3.3.1. Роля в критичната инфраструктура	244
5.3.3.2. Проблеми относно поверителността	244
5.3.3.3. Съображения при Интернет на нещата	245

5.3.3.4. Управление (сигурност и оптимизация) на мрежите	245
5.3.3.5. Виртуализация и изолация.....	246
5.3.3.6. Ограничения в пакета от протоколи TCP/IP	247
5.3.4. Транспорт с ултра ниско закъснение и висока пропускателна способност	248
5.3.4.1. Минимизиране на правото и обратно време на предаване RTT (Round Trip Time).....	248
5.3.4.2. Загуба на пакети и закъснения, специфични за връзката (link)	249
5.3.4.3. Мрежи с висока производителност.....	249
5.3.5. Самоорганизиращи се равнини за управление и мениджмънт	250
5.3.5.1. Нарастване на сложността на мрежата.....	250
5.3.5.2. Видове самоконфигуриращи и самооптимизиращи се мрежи SON (Self-optimizing networks)	250
5.3.5.3. Автономни мрежови операции и управление.....	251
5.4. Специфични изисквания към протоколите от следващо поколение.....	252
5.4.1. Изисквания при разпространение на видео и съдържание.....	252
5.4.2. Изисквания от страна на Интернет на нещата.....	254
5.4.3. Изисквания от страна на мрежовите оператори	256
5.4.4. Изисквания от страна на електронната търговия	257
5.4.4.1. Одит/Мениджмънт	257
5.4.4.2. Сигурност	258
5.4.4.3. Скорост на достъп до сайта	258
5.4.4.4. Компресия	259
5.4.5. Изисквания за повишена енергийна ефективност на ИКТ	260
5.4.6. Изисквания за намаляване на сложността на мрежата	260
5.5. Примери за използване на протоколите от следващо поколение	261
5.5.1. Мобилна мрежа LTE	261
5.5.2. Свързани обекти - индустрия 4.0	262
5.5.3. Множество шлюзове PDN (P-GW) в мобилни мрежи	264
5.6. Очаквани резултати и бъдещи перспективи	264

ГЛАВА 6. ДОКУМЕНТИ НА ITU-T ЗА БЪДЕЩИТЕ МРЕЖИ И НА ETSI ЗА СЛЕДВАЩО ПОКОЛЕНИЕ ПРОТОКОЛИ NGP (NEXT GENERATION PROTOCOLS).....	268
6.1. Изисквания към протоколите от следващо поколение	269
6.2. Референтен модел на NGP (Next Generation Protocols).....	270
6.3. Основни показатели за ефективност за протоколи от следващо поколение (KPI за NGP).....	271

6.4. E2E Референтна рамка и информационен модел за разслояване на мрежи	272
6.5. Следващо поколение протоколи. Технологии за маршрутизиране на пакети	273
6.6. Предпочитана маршрутизация на съединителния път PPR (Preferred Path Routing) за NGP	274
6.7. Препоръка за нови транспортни технологии	275
6.8. Препоръка за поддръжка на Multi-Path мрежов слой.....	276
6.9. Архитектура за мобилност чрез мрежи, ориентирани към идентичност (Identity Oriented Networks).....	277
6.10. Мрежа дефинирана по интелигентност (IDN)	278
6.11. Мобилна детерминирана мрежа.....	279
6.12 Детерминирана мрежа с голям обхват.....	279
6.13. Пример за не-IP мрежова протоколна архитектура, базирана на принципите на RINA дизайн	281
6.14. Самоорганизиращи се равнини за управление и мениджмънт	282
6.15. Flexilink: ефективно детерминирано пренасочване на пакети в потребителска равнина за NGP. Пакетни формати и механизми за пренасочване	283
6.16. Дефиниране на сценарии	284
ГЛАВА 7. ПЕРСПЕКТИВИ ЗА РАЗВИТИЕ НА 6G И 7G.....	286
7.1. Перспективи за развитие на технологиите след 5G.....	286
7.2. Влияние на изкуствения интелект (AI) върху мрежите на бъдещето.....	291
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	294
СПИСЪК НА ТЕРМИНИ И СЪКРАЩЕНИЯ	296
СПИСЪК НА ЛИТЕРАТУРНИ ИЗТОЧНИЦИ	309
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	329
Приложение №1. Документи на групи за стандарти и индустриални организации, работещи за 5G в областта на сигурността.	329
Приложение №2. Препоръки на ITU-T за бъдещите мрежи.	331
Приложение №3. Документи на ETSI за следващо поколение протоколи NGP (Next Generation Protocols).....	334