

УДК 621.391.052+004.72(075.8)

ББК 32.882/883я73

Р75

*Рецензенты:*

**В. А. Докучаев** — профессор Московского технического университета связи и информатики, д.т.н.;

**М. О. Колбанев** — профессор Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), д.т.н.

**Росляков А. В.**

Р75 Сети фиксированной связи пятого поколения. Учебное пособие. — М.: ООО «ИКЦ «Колос-с», 2024. — 232 с.

ISBN 978-5-00129-370-5

В последние годы рядом международных исследовательских групп в области телекоммуникаций начаты работы по определению перспектив развития сетей фиксированной связи. По аналогии с сетями мобильной связи выделены также пять поколений в развитии фиксированных сетей, начиная от сетей первого поколения F1G, предоставлявших только услуги телефонной связи, до перспективных сетей пятого поколения F5G, обеспечивающих сверхвысокую пропускную способность, сверхмалую задержку и повсеместный оптический доступ. Полученные результаты уже позволяют видеть в целом направление развития сетей фиксированной связи на ближайшее десятилетие и в более отдаленной перспективе. И эта перспектива должна быть хорошо известна нынешним студентам, обучающимся по инфокоммуникационным специальностям.

Материал учебного пособия основан на результатах исследовательских работ, выполненных Сектором стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи МСЭ-Т (ITU-T) и Европейским институтом телекоммуникационных стандартов (ETSI).

Для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки 11.03.02 и 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (бакалавриат и магистратура).

УДК 621.391.052+004.72(075.8)

ББК 32.882/883я73

ISBN 978-5-00129-370-5

© Росляков А. В., 2024

© ООО «ИКЦ «Колос-с», 2024

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b>	<b>5</b>
<b>1. Прошлое, настоящее и будущее сетей фиксированной связи</b>	<b>8</b>
1.1. Эволюция сетей фиксированной связи	8
1.2. Новые виды коммуникаций в будущих сетях связи	12
1.3. Требования к сетям новых видов коммуникаций	16
1.4. Проблемы и пробелы современных сетей фиксированной связи	20
1.5. Необходимые свойства будущих сетей фиксированной связи	21
1.6. Поддержка новых рыночных вертикалей	22
1.7. Будущие сети фиксированной связи и Интернет	24
1.8. Будущие фиксированные сети и сети мобильной связи 5G/6G	25
<i>Контрольные вопросы</i>	26
<b>2. Концепция МСЭ-Т «Сеть 2030»</b>	<b>28</b>
2.1. Исследование МСЭ-Т «Сеть 2030»	28
2.2. Базовые принципы Сети 2030	30
2.3. Архитектурные принципы Сети 2030	32
2.4. Архитектура Сети 2030	35
2.5. Сети доступа/граничные сети	38
2.6. Интегрированная наземно-космическая сеть	44
2.7. Маршрутизация в Сети 2030	57
2.8. Безопасность, конфиденциальность и доверие в Сети 2030	61
2.9. Качество обслуживания QoS в Сети 2030	62
2.10. Технология пересылки пачек в Сети 2030	66

2.11. Сетевые срезы в Сети 2030 . . . . .	72
2.12. Управление Сетью 2030. . . . .	74
2.13. Классификация услуг Сети 2030. . . . .	82
2.14. Базовые услуги Сети 2030 . . . . .	86
2.15. Составные услуги и приложения Сети 2030. . . . .	94
2.16. Требования к Сети 2030 различных услуг и приложений . . . . .	120
<i>Контрольные вопросы. . . . .</i>	<i>125</i>
<b>3. Исследования ETSI по фиксированным сетям пятого поколения F5G . . . . .</b>	<b>127</b>
3.1. Поколения сетей фиксированной связи . . . . .	127
3.2. Исследовательская группа ETSI ISG F5G . . . . .	136
3.3. Области применения услуг сетей F5G . . . . .	138
3.4. Требования к сетям F5G . . . . .	140
3.5. Направления развития сетей F5G . . . . .	142
3.5.1. Расширенный фиксированный широкополосный доступ eFBB (Enhanced Fixed Broadband) . . . . .	142
3.5.2. Сквозное оптоволоконное соединение FFC (Full-Fiber Connection) . . . . .	144
3.5.3. Гарантированное надежное предоставление услуг GRE (Guaranteed Reliable Experience).. . . . .	146
3.6. Архитектура сетей F5G . . . . .	147
3.6.1. Базовая плоскость (Underlay Plane) . . . . .	147
3.6.2. Плоскость услуг (Service Plane) . . . . .	149
3.6.3. Плоскость эксплуатации, управления и аналитики MCA (Management, Control & Analytics Plane) . . . . .	150
3.7. Классификация сценариев использования сетей F5G . . . . .	152
3.8. Сценарии использования сетей F5G . . . . .	156
<i>Контрольные вопросы. . . . .</i>	<i>207</i>
<b>Заключение . . . . .</b>	<b>209</b>
<b>Термины и определения . . . . .</b>	<b>213</b>
<b>Список сокращений . . . . .</b>	<b>217</b>
<b>Литература . . . . .</b>	<b>226</b>