

**Вопросы итогового контроля по дисциплине**  
**“Инновационные телекоммуникационные технологии 5G/6G”**  
**для магистрантов специальности 70611003 - Мобильные системы связи**

**Простые вопросы:**

1. Какие основные сервисы поддерживает 5G согласно рекомендациям ITU-R (International Telecommunication Union Radiocommunication Sector)?
2. Что такое активная антенная система (AAS) и зачем она нужна в 5G?
3. Что такое 5G-PPP (5G Infrastructure Public Private Partnership) и какова его основная цель?
4. Какие ключевые задачи ставит перед собой 5G-PPP (5G Infrastructure Public Private Partnership)?
5. В чем отличие 5G SA (Standalone) от 5G NSA (Non-Standalone)?
6. Почему диапазоны ниже 6 ГГц важны для сетей 5G?
7. Что такое цифровой дивиденд и как он связан с 5G?
8. Какие перспективы открывает 5G для цифровой экономики Узбекистана?
9. Что такое блок ресурсов (Resource Block) в 5G NR (New Radio)?
10. Как определяется ширина поднесущей в OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing)? Сколько поднесущих входит в один блок ресурсов?
11. Какие преимущества дает использование OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) в 5G?
12. Какие параметры OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) можно масштабировать в 5G?
13. Какие ключевые технические характеристики 5G обеспечивают высокую скорость передачи данных?
14. Что такое спектральная эффективность и как она меняется в 5G по сравнению с 4G?
15. Какие режимы энергосбережения применяются в 5G для IoT-устройств?
16. Какие частотные диапазоны и почему используются в 5G согласно стандартам 3GPP (3rd Generation Partnership Project)?
17. Что такое SAR (Specific Absorption Rate) и почему это важно для безопасности 5G-устройств?
18. Какие ключевые функции выполняет AMF (Access and Mobility Management Function) в 5G Core?
19. Что такое UPF (User Plane Function) и какую роль он играет в пользовательской плоскости?
20. Какие преимущества дает использование MEC (Multi-access Edge Computing) в 5G Core?
21. Какие функции выполняет SMF (Session Management Function) в управлении сессиями?
22. Какие основные преимущества многоантенных систем?
23. Какие конфигурации MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) наиболее распространены в 5G?
24. Что такое NTN (Non-Terrestrial Networks) и какие три основных сегмента она включает в свою архитектуру?
25. Какие преимущества даёт спутниковый сегмент 5G по сравнению с традиционными наземными сетями?
26. Чем принципиально отличаются GEO (Geostationary Earth Orbit), MEO (Medium Earth Orbit) и LEO (Low Earth Orbit) спутники с точки зрения высоты орбиты и задержки сигнала?
27. Какие частотные диапазоны используются для спутниковой связи 5G и каковы их ключевые характеристики?
28. Что такое спектральная эффективность?
29. Какие режимы передачи данных существуют в 5G? Что такое beamforming?
31. Что такое numerology в 5G NR и как она влияет на параметры сигнала?

32. Что означает термин latency (задержка) и какие значения характерны для 5G?
33. Что такое carrier aggregation и зачем она применяется в 5G?
34. Какие типы трафика поддерживаются в 5G (eMBB, URLLC, mMTC) (eMBB- Enhanced Mobile Broadband, URLLC- Ultra-Reliable Low-Latency Communications, mMTC- Massive Machine-Type Communications)?
35. Что такое gNB и чем она отличается от eNodeB?
36. Какие преимущества даёт использование mmWave диапазона в 5G?
37. Что такое handover в сетях 5G?
38. Какие основные элементы входят в структуру 5G Core?
39. Что такое slicing сети и зачем он используется?
40. Какие типы устройств относятся к категории IoT в 5G?

**Вопросы средней сложности:**

41. В чём разница между релизами 15 и 16 3GPP (3rd Generation Partnership Project)?
42. Как ITU-R (International Telecommunication Union Radiocommunication Sector) регулирует распределение радиочастот для 5G? Как стандартизация влияет на коммерческое внедрение 5G?
43. Как 5G-PPP (5G Infrastructure Public Private Partnership) способствует снижению энергопотребления сетей?
44. Какие основные вызовы стоят перед развитием 5G в Узбекистане?
45. Как 5G интегрируется с искусственным интеллектом и edge computing?
46. Какие перспективы развития бизнес-моделей 5G связаны с 6G и искусственным интеллектом?
47. Какие технические методы оптимизации спектра используются в 5G?
48. Какие вызовы связаны с использованием диапазона 3,4–3,8 ГГц?
49. Как формируется OFDM-сигнал (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) во временной области?
50. Как OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) взаимодействует с технологиями MIMO и beamforming?
51. Каковы основные требования ITU-R (International Telecommunication Union Radiocommunication Sector) к радиочастотным параметрам 5G-устройств?
52. Как 3GPP (3rd Generation Partnership Project) регулирует требования к выходной мощности и чувствительности радиоустройств?
53. Какие основные требования электромагнитной совместимости предъявляет ITU-R (International Telecommunication Union Radiocommunication Sector) к 5G-устройствам?
54. Как стандарты 3GPP (3rd Generation Partnership Project) влияют на дизайн антенн и использование технологии MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) в 5G?
55. Как 5G Core интегрируется с сетями 4G LTE?
56. Какие протоколы используются для управления радиоресурсами в 5G?
57. Как 5G Core поддерживает локальные сети передачи данных?
58. Как реализуется управление QoS (Quality of Service, качество обслуживания) Flow в архитектуре 5G Core?
59. Какие особенности планирования радиоресурсов в сетях 5G?
60. Как реализуется динамическое распределение спектра (DSS)?
61. Какие преимущества даёт использование beamforming в условиях плотной застройки?
62. Как реализуется механизм Massive MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) в 5G?
63. Какие проблемы возникают при использовании mmWave диапазона?
64. Как осуществляется взаимодействие NG-RAN (Next-Generation Radio Access Network) и 5G Core?
65. Какие протоколы используются в пользовательской плоскости (User Plane)?
66. Как реализуется мобильность пользователей в 5G?

67. Какие механизмы энергосбережения реализованы в базовых станциях 5G?
68. Как реализуется интеграция спутниковых сетей в архитектуру 5G?
69. Какие особенности QoS в сетях с поддержкой URLLC (Ultra-Reliable Low-Latency Communications)?
70. Как реализуется виртуализация сетевых функций (NFV) в 5G?

### **Сложные вопросы:**

71. Какие основные компоненты входят в состав архитектуры NG-RAN (Next-Generation Radio Access Network) и какие функции они выполняют? Опишите роль CU (Centralized Unit), DU (Distributed Unit) и RU (Radio Unit).
72. В чем принципиальное отличие между архитектурами Standalone (SA) и Non-Standalone (NSA)? Какие преимущества и недостатки каждой?
73. Опишите Опцию 2 (EN-DC, E-UTRAN New Radio - Dual Connectivity) развертывания 5G.
74. Что такое функциональное разделение (functional split) в NG-RAN (Next-Generation Radio Access Network)?
75. Какие интерфейсы используются для подключения gNB к 5G Core в Standalone (SA) архитектуре?
76. В чем разница между централизованной (C-RAN, Centralized / Cloud Radio Access Network) и распределенной (D-RAN, Distributed Radio Access Network) архитектурами?
77. Что такое Network Slicing в контексте 5G? Приведите примеры различных типов Slices (eMBB- Enhanced Mobile Broadband, URLLC- Ultra-Reliable Low-Latency Communications, mMTC- Massive Machine-Type Communications) и их характеристики.
78. Какие механизмы безопасности реализованы в архитектуре NG-RAN (Next-Generation Radio Access Network)?
79. Опишите основные этапы практического развертывания сети NG-RAN (Next-Generation Radio Access Network).
80. В чем заключается принцип сервисно-ориентированной архитектуры (SBA) в 5G Core?
81. Как обеспечивается безопасность пользователей в 5G Core?
82. В чём заключается экспериментальная апробация MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) с программно-конфигурируемым радио?
83. Какие перспективы развития MIMO-технологий (Multiple-Input Multiple-Output) в мобильной связи 5G/6G?
84. Какие российские компании активно реализуют проекты спутникового 5G и каковы их роли?
85. Какие основные технические вызовы и ограничения стоят перед развёртыванием спутниковых сетей 5G/6G?
86. В чем особенности применения искусственного интеллекта в сетях 6G?
87. Как реализуется взаимодействие между Network Slicing и механизмами QoS (Quality of Service, качество обслуживания) в 5G?
88. Какие методы используются для повышения энергоэффективности сетей 5G/6G?
89. Каковы особенности построения облачной архитектуры 5G Core (Cloud-native)?
90. Как реализуется оркестрация сетевых функций в 5G?
91. Какие методы используются для управления интерференцией в 5G?
92. Как реализуется адаптивное управление радиоресурсами в 5G?
93. Какие особенности построения гибридных сетей (наземные + спутниковые)?
94. Каковы ограничения масштабируемости архитектуры 5G Core?
95. Как реализуется поддержка сверхмалых задержек (URLLC, Ultra-Reliable Low-Latency Communications)?
96. Какие алгоритмы используются для beamforming в Massive MIMO (Multiple-Input Multiple-Output)?

97. Какие проблемы безопасности возникают в виртуализированных сетях 5G?
98. Как реализуется интеграция AI/ML (искусственный интеллект/машинное обучение) в управление сетью 5G?
99. Какие особенности построения сетей 6G с использованием THz-диапазона (ТГц диапазон)?
100. Как реализуется концепция цифровых двойников (Digital Twin) в сетях 6G?