

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор –
проректор по учебной работе

_____ А.В. Абилов

«17» _____ января _____ 2025 г.

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
В МАГИСТРАТУРУ
ПО ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ:**


**«Сети связи шестого поколения (6G) с ультрамалыми
задержками»**
(направление 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и
системы связи»)

Санкт-Петербург
2025

Программа составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «22» сентября 2017 г. № 958.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Руководитель ООП «Сети связи шестого поколения (6G) с ультрамалыми задержками» (направление 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»), д.т.н., профессор кафедры сетей связи и передачи данных (ССиПД)

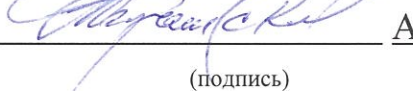
- 

(подпись) С.С. Владимиров
(Ф.И.О.)

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

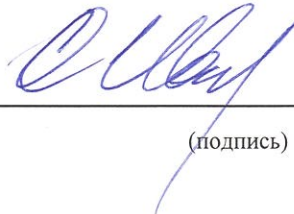
Учебно-методическим советом института магистратуры

«19» декабря 2024 г., протокол № 1

Директор института магистратуры 

(подпись) А.Н. Бучатский
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Директор департамента ОКОД 

(подпись) С.И. Ивасин
(Ф.И.О.)

Вступительные испытания при приеме в магистратуру по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», проводятся в форме собеседования, продолжительностью не менее одного академического часа.

Цель собеседования – отбор поступающих для обучения в магистратуре по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Вопросы, выносимые на собеседование, определяются программой, в основу которой положены квалификационные требования, предъявляемые к бакалаврам, в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по одноименному направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Вступительное испытание содержит оценку знаний абитуриента по следующим дисциплинам:

- Имитационное моделирование систем передачи данных;
- Проектирование сетей связи;
- Многофункциональный синтез в системах передачи данных;
- Сети абонентского доступа в системах передачи данных;
- Интернет-протоколы, сервисы и услуги;
- Мультисервисные сети;
- Моделирование ИКТ систем и сетей;
- Методы оптимизации;
- Основы сетевых технологий;
- Сверхплотные сети.

В ходе собеседования поступающим могут быть также заданы вопросы, направленные на уточнение причин выбора определенной программы магистерской подготовки, круга интересов поступающего и целей его поступления в магистратуру.

Правила проведения вступительных испытаний и порядок определения общего количества баллов поступающим по результатам вступительных испытаний определяются Правилами приёма граждан на обучение по программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» на 2025/2026 учебный год.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Общие принципы построения и работы компьютерных сетей
2. Имитационное моделирование инфокоммуникационных сетей и систем.
3. Гетерогенные сети доступа.
4. Качество обслуживания в сетях связи.
5. Качество восприятия в сетях связи.
6. Сетевые технологии.
7. Облачные вычисления в сетях связи.
8. Модельные сети.
9. Программно-конфигурируемые сети.
10. Проектирование сетей связи.
11. Математические методы для сетей связи.
12. Сети связи пятого поколения.
13. Высоконадежные сети со сверхмалыми задержками.
14. Сети связи шестого поколения.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Юбилейное издание. – СПб.: Питер, 2021. – 1008 с.: ил. – (Серия «Учебник для вузов»).
2. Таненбаум Э., Фимстер Н., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. 6-е изд. – СПб.: Питер, 2023. – 992 с.: ил. – (Серия «Классика computer science»).
3. Куроуз, Жд. Компьютерные сети: Нисходящий подход / Дж. Куроуз, К. Росс. – 6-е изд. – Москва: Издательство "Э", 2016. – 912 с.
4. Б.С. Гольдштейн, Н.А. Соколов, Г.Г. Яновский, Сети связи. Учебник для ВУЗов. ВНУ, С. Петербург, 2014.
5. Б.С. Гольдштейн, А.Е. Кучерявый. Сети связи пост-NGN. БХВ, С.-Петербург, 2014.
6. Складар, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр. : Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2007. - 1104 с. : ил. - Парал. тит. англ.
7. Сети связи шестого поколения: фрактальные архитектуры, голографические взаимодействия, телеприсутствие, сетевые роботы / А. Е. Кучерявый, А. А. А. А. Давуд, А. Н. Волков [и др.]. – Санкт-Петербург: Питер, 2024. – 320 с. ISBN 978-5-4461-4289-7.
8. Семенов А.Б. Проектирование структурированных кабельных сетей : учебно-методическое пособие / А.Б. Семенов, Д.А. Харьков ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра автоматизации и электроснабжения. — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2020.
9. Программируемые сети SDN / А. Г. Владыко, А. С. Мутханна, Р. В. Киричек [и др.]. – Санкт-Петербург : Издательство «Лигр», 2019. – 120 с. – ISBN 978-5-907207-41-7. – EDN ZDAAFY.

10. Программно-конфигурируемые сети SDN. Протокол OPENFLOW [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. С. Гольдштейн [и др.] ; рец.: Н. А. Соколов , М. А. Маколкина ; Федер. агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2018.
11. Парамонов, Александр Иванович. Моделирование сетей связи высокой плотности: [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. И. Парамонов, А. С. Викулов, Р. А. Дунайцев 2022.
12. Клементьев, И. П. Введение в облачные вычисления : [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. П. Клементьев, В. А. Устинов. - 2-е изд. - Москва : ИНТУИТ, 2016.
13. Б.С. Гольдштейн. Инфокоммуникационные сети и системы. БХВ, С.-Петербург, 2019.
14. Рыжков А.Е., Воробьев В.О., Слышков А.С., Сиверс М.А., Гусаров А.С., Шуньков Р.В. Стандарты и сети радиодоступа 4G: LTE, WiMAX. – СПб: Линк, 2012. – 226 с. : ил.
15. С.Н. Степанов. Теория телетрафика: концепции, модели, приложения. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. – 868 с.: ил.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Abdelhamied A. Ateya, Ammar Muthanna, Anastasia Vybornova, Abeer D. Algarni, Abdelrahman Abuarqoub, Y. Koucheryavy, Andrey Koucheryavy. Chaotic Salp Swarm Algorithm for SDN Multi-controller Networks. Engineering Science and Technology, an International Journal. - 2019. – 22.
2. Dohler M. and all. Internet of Skills, Where Robotics Meets AI, 5G and the Tactile Internet. European Conference on Networks and Communications (EuCNC). Oulu, Finland, 12-15 June. – 2017. – P.1-5.
3. Empowering the Internet of Things Using Light Communication and Distributed Edge Computing / A. A. Ateya, M. Mahmoud, A. Zaghloul [et al.] // Electronics. – 2022. – Vol. 11, No. 9. – DOI 10.3390/electronics11091511.
4. Kirichek, R. Internet of Things Laboratory Test Bed / R. Kirichek, A. Koucheryavy // Lecture Notes in Electrical Engineering. 2016. Vol. 348. PP. 485- 494.
5. Koucheryavy A. Model networks for Internet of Things and SDN / R. Kirichek, A. Vladyko, M. Zakharov, A. Koucheryavy // 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT) (Pyeongchang, South Korea, 31 January — 3 February 2016). — Pyeongchang, South Korea: Institute of Electrical and Electronics Engineers. — 2016. — P. 76–79. — DOI 10.1109/ICACT.2016.7423280.
6. P. Popovski and all. Wireless Access for Ultra-Reliable Low Latency Communications. IEEE Network, v.32, issue 2. March-April 2018, pp. 16-23.

7. Recommendation Y.1540 "Internet protocol data communication service - IP packet transfer and availability performance parameters". ITU-T, Geneva. December 2019.
8. Recommendation Y.1541 "Network performance objectives for IP-based services". ITU-T, Geneva. December 2011.
9. Survey on intelligence edge computing in 6G: Characteristics, challenges, potential use cases, and market drivers / A. Al-Ansi, A. Muthanna, A. Koucheryavy [et al.] // *Future Internet*. – 2021. – Vol. 13, No. 5. – DOI 10.3390/fi13050118.
10. Vladyko, A. Comprehensive SDN Testing Based on Model Network / A. Vladyko, A. Muthanna, R. Kirichek, R. // *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation. LNCS*. – 2016. – V. 9870. – P. 539-549.
11. А.Е. Кучерявый, А.В. Прокопьев, Е.А. Кучерявый. Самоорганизующиеся сети. СПб, "Любавич", 2011.
12. А.Е. Кучерявый, Е.А. Кучерявый, А.И. Парамонов. Сети связи общего пользования. Тенденции развития и методы расчета. ФГУП ЦНИИС, 2008.
13. Атея А.А., Энергоэффективная граничная облачная система для 5G / Филимонова М.И.; Атея А.А.; Мутханна А.С.А.; Киричек Р.В. // *Информационные технологии и телекоммуникации*. 2017. Т. 5. № 4. С. 78-84.
14. Атея, А.А. Интеллектуальное ядро для сетей связи 5G и тактильного интернета на базе программно-конфигурируемых сетей / А.А. Атея, А.С. Мутханна, А.Е. Кучерявый // *Электросвязь*. 2019. № 3. С. 34-40. 5
15. Введение в технологию слайсинга в сетях связи пятого поколения / Б. С. Гольдштейн, В. С. Елагин, К. О. Кобзев, А. А. Гребенщикова // *Информационные технологии и телекоммуникации*. – 2019. – Т. 7, № 4. – С. 21-29. – DOI 10.31854/2307-1303-2019-7-4-21-29.
16. Волков, А. Н. Сети связи пятого поколения: на пути к сетям 2030 / А. Н. Волков, А. С. А. Мутханна, А. Е. Кучерявый // *Информационные технологии и телекоммуникации*. – 2020. – Т. 8, № 2. – С. 32-43. – DOI 10.31854/2307-1303-2020-8-2-32-43.
17. Дунайцев, Р. А. Интегрированная сеть космос-воздух-земля-море как основа сетей связи шестого поколения / Р. А. Дунайцев, А. С. Бородин, А. Е. Кучерявый // *Электросвязь*. – 2022. – № 10. – С. 5-8. – DOI 10.34832/ELSV2022.35.10.001. – EDN QCGIPI.
18. Кашкаров, Д. В. Метод повышения эффективности uRLLC в перспективных сетях связи / Д. В. Кашкаров, А. И. Парамонов, А. Е. Кучерявый // *Электросвязь*. – 2022. – № 2. – С. 32-37. – DOI 10.34832/ELSV.2022.27.2.004. – EDN UQLXES.
19. Лоборчук, А. А. Использование Kubernetes для управления распространённой системы граничных вычислений в сетях 5G / А. А. Лоборчук, А. С. А. Мутханна // *Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020) : Сборник научных статей IX Международной научно-технической и научно-методической конференции*. В 4-х т., Санкт-Петербург, 26–27 февраля 2020 года. Том 2. – СПб: Санкт-Петербургский государственный

- университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2020. – С. 505-509.
20. Маколкина, М. А. Классификация приложений дополненной реальности / М. А. Маколкина, А. Е. Кучерявый // Информационные технологии и телекоммуникации. – 2020. – Т. 8, № 1. – С. 11-21. – DOI 10.31854/2307-1303-2020-8-1-11-21.
 21. Маколкина, М. А. Оценка качества восприятия приложений дополненной реальности с виртуальными ассистентами / М. А. Маколкина, А. С. Бородин, Б. О. Паньков // Электросвязь. – 2021. – № 10. – С. 23-29. – DOI 10.34832/ELSV.2021.23.10.003.
 22. Маколкина, М.А. Метод выгрузки трафика приложений дополненной реальности в многоуровневой системе граничных вычислений / М.А. Маколкина, А.А. Атея, А.С.А. Мутханна, А.Е. Кучерявый А.Е. // Электросвязь. – 2019. – № 6. – С. 36-42.
 23. Малюх В.Н. Введение в современные САПР : Курс лекций. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 192 с.
 24. МСЭ-Т Q.3900. Методы тестирования и архитектура модельных сетей для тестирования технических средств СПП, используемых в сетях электросвязи общего пользования. — Введ. 2006.09.29. — М.: МСЭ-Т, 2006. — 29 с.
 25. Мутханна А.С. Интеллектуальная распределенная архитектура сети связи для поддержки беспилотных автомобилей. Электросвязь. 2020. № 7. С. 29-34.
 26. Мутханна, А. С. А. Необходимость перехода к пограничным вычислениям в промышленном Интернете вещей / А. С. А. Мутханна, А. А. Русаков // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2022) : XI Международная научно-техническая и научно-методическая конференция, Санкт-Петербург, 15–16 февраля 2022 года. Том 1. – СПб: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2022. – С. 699-703.
 27. Парамонов А.И., Модели потоков трафика для сетей M2M / Парамонов А.И. // Электросвязь. 2014. № 4. С. 11-16.
 28. Семенов А. Б. Структурированные кабельные системы для центров обработки данных. – М.: Компания Стинс Коман; ДМК Пресс, 2014. – 232 с.: ил.
 29. Семенов А.Б. Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов. – М.: ДМК Пресс; М.: Компания АйТи, 2010.