

**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:**

**«Машинное и глубокое обучение для тактильного интернета и
метавселенных»**

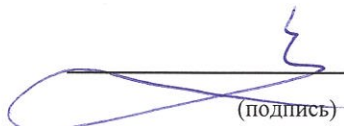
(направление 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и
системы связи»)

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.

СОСТАВИТЕЛИ:

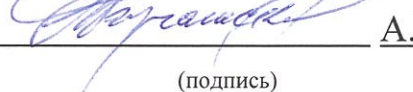
Руководитель ООП «Машинное и глубокое обучение для тактильного интернета и метавселенных» (направление 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», д.т.н., доцент, профессор кафедры сетей связи и передачи данных (ССиПД)


(подпись) _____ А.С.А. Мутханна
(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. Ивасишин
(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 последующим дисциплинам:

- Самоорганизующиеся сети;
- Организация и управление облачными вычислениями в системах обработки и хранения данных;
- Сети связи пятого поколения (5G);
- Программно-конфигурируемые сети;
- Имитационное моделирование систем обработки информации и управления;
- Протоколы и интерфейсы систем управления в гетерогенных сетях;
- Искусственный интеллект в сетях и системах связи;
- Методы оптимизации сетей связи;
- Сети связи;
- Интернет вещей;
- Граничные облачные вычисления в сетях связи.

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. Граничные, облачные и туманные вычисления.
2. Дополненная и виртуальная реальность.
3. Самоорганизующиеся сети и Интернет вещей.
4. Голографическое телеприсутствие.
5. Тактильный Интернет и Интернет Навыков.
6. Сети связи пятого поколения.
7. Сети связи шестого поколения.
8. Метавселенные.
9. Искусственный интеллект в сетях связи.
10. Классификация, метрики и проблемы машинного обучения
11. Машинное обучение для задач телекоммуникаций.
12. Искусственные нейронные сети.
13. Деревья принятия решений.

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. А.Е. Кучерявый, А.В. Прокопьев, Е.А. Кучерявый. Самоорганизующиеся сети. СПб, "Любавич", 2011.
9. Искусственный интеллект в сетях связи: учебное пособие / А. И. Выборнова, М. А. Маколкина, Е. С. Сапунова, И. А. Пожидаева; СПбГУТ. – Санкт-Петербург, 2022. – 48с.
10. Клементьев, И. П. Введение в облачные вычисления : [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. П. Клементьев, В. А. Устинов. - 2-е изд. - Москва : ИНТУИТ, 2016.

11. Кучерявый, А.Е. Тактильный интернет. Сети связи со сверхмалыми задержками / А.Е. Кучерявый, М.А. Маколкина, Р.В. Киричек // Электросвязь. – 2016. – № 1. – С. 44-46
12. Атея, А.А. Многоуровневая облачная архитектура для услуг Тактильного Интернета / А.А. Атея, А.И. Выборнова, А.Е. Кучерявый // Электросвязь. – 2017. – № 2. – С. 26-30.
13. А.С. Бородин, А.Н. Волков, А.С. Мутханна, А.Е. Кучерявый. Искусственный интеллект в сетях связи пятого и последующих поколений. Электросвязь №1, 2021, с. 17-22.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ali, R. A. Artificial intelligence driven 5G and beyond networks / R. A. Ali, A. Koucheryavy // Telecom IT. – 2022. – Vol. 10, No. 2. – P. 1-13. – DOI 10.31854/2307-1303-2022-10-2-1-13.
2. Ateya, A.A. Multilevel cloud based Tactile Internet system / Ateya, A.A.; Vybornova, A.; Kirichek, R.; Koucheryavy, A. // In Proceedings of the 19th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), Bongpyeong, Korea, pp. 105–110, 19–22 February 2017.
3. 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.
4. Khayyat, M., Elgendy, I. A., Muthanna, A., Alshahrani, A., Alharbi, S., & Koucheryavy, A. (2020). Advanced Deep Learning-based Computational Offloading for Multilevel Vehicular Edge-Cloud Computing Networks. IEEE Access, 1–1. <https://doi.org/10.1109/access.2020.3011705>
5. Kirichek, R. Internet of Things Laboratory Test Bed / R. Kirichek, A. Koucheryavy // Lecture Notes in Electrical Engineering. 2016. Vol. 348. PP. 485- 494.
6. Recommendation Q.4065 “Framework of model network for Tactile Internet testing”. ITU-T, Geneva. May 2021.
7. Recommendation Y.2060 “Overview of Internet of Things”. ITU-T, Geneva. June 2012.
8. 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.
9. Technology Watch Report: Tactile Internet. ITU-T, Geneva. August 2014.
10. Yastrebova A., Kirichek R., Koucheryavy Y., Borodin A., Koucheryavy A. Future Networks 2030: Architecture and Requirements. The 10th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems (ICUMT), November 2018, Moscow. Proceedings, 2018.
11. А.Е. Кучерявый, Е.А. Кучерявый, А.И. Парамонов. Сети связи общего пользования. Тенденции развития и методы расчета. ФГУП ЦНИИС, 2008.
12. А.Е.Кучерявый. Интернет Вещей. Электросвязь, №1, 2014.

13. А.С.Бородин, А.Р.Абделлах, А.Е.Кучерявый. Глубокое обучение с долговременной краткосрочной памятью для прогнозирования трафика Интернета Вещей. *Электросвязь* №2, 2021, с. 48-52.
14. Абделлах, А.Р. Применение робастных М-оценок для машинного обучения в сетях VANET / А.Р.Абделлах, А.Е.Кучерявый // *Электросвязь*. – 2020. – №5. – С. 41-46.
15. Алексеева, Д. Д. Оптимизация мобильного трафика методами машинного обучения / Д. Д. Алексеева, А. В. Марочкина, А. И. Парамонов // *Информационные технологии и телекоммуникации*. – 2021. – Т. 9, № 1. – С. 1-12. – DOI 10.31854/2307-1303-2021-9-1-1-12. – EDN NJROGF.
16. 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
17. Барский, А. Б. Логические нейронные сети : [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Б.Барский. - 2-е изд. - Москва : ИНТУИТ, 2016. - 492с. URL: <https://e.lanbook.com/book/100630>.
18. Бородин А.С. Интернет навыков / Бородин А.С., А. Е. Кучерявый, Е. А. Кучерявый, М.А. Маколкина, А. И. Выборнова, В. Д. Фам, А. Ястребова // *Электросвязь*. 2018. № 1. С. 55–65.
19. Бородин А.С. Сети связи 2030 / А.Е. Кучерявый, Р.В. Киричек // *Электросвязь*, № 11, 2018, с. 52-56.
20. Бурков, А. Машинное обучение без лишних слов. СПб : Питер, 2020.
21. Владимиров, Сергей Сергеевич. Беспроводные системы передачи данных. Расчет параметров сетей 802.11 и 802.16: [Электронный ресурс]: практикум / С. С. Владимиров ; рец. А. Б. Степанов, 2022.
22. 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.
23. Галушкин, А. И. Теория нейронных сетей [Текст] : учеб. пособие для вузов. Кн. 1 / А. И. Галушкин. - М. : ИПРЖР, 2000. - 415 с. : ил. - (Нейрокомпьютеры и их применение). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-93108-005-8 (в пер.)
24. Круглов, В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика [Текст] : научное издание / В. В. Круглов, В. В. Борисов. - 2-е изд. - М. : Горячая линия-Телеком, 2002. - 382 с. : ил. - ISBN 5-93517-031-0/
25. Кучерявый А.Е. Сети связи 2030 / А.Е. Кучерявый, А.С. Бородин, Р.В. Киричек // *Электросвязь*. – 2018. – №11. – С.52-56.
26. 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.
27. 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.

28. Мутханна А.С. Интеллектуальная распределенная архитектура сети связи для поддержки беспилотных автомобилей. Электросвязь. 2020. № 7. С. 29-34.
29. Протоколы, сервисы и услуги в IP-сетях: практикум / С. С. Владимиров ; СПбГУТ. — СПб, 2019.
30. Сети 5G/6G: архитектура, технологии, методы анализа и расчета: монография / Д. А. Молчанов, В. О. Бегишев, К. Е. Самуйлов, Е. А. Кучерявый, 2022.
31. Степутин, А. Н. Мобильная связь на пути к 6G / А. Н. Степутин, А. Д. Николаев ; рец.: М. А. Сиверс, В. Г. Скрынников. - М. : ИНФРА - Инженерия ; Вологда. Т. 1., Т. 2 - 2017.
32. Тонких, Е. В. Анализ беспроводной сети интернета вещей высокой плотности. / Е.В. Тонких, А.И. Парамонов, А.Е. Кучерявый // М. Электросвязь – №1, 2020 – с.51-55.
33. Горбачева, Л. С. Анализ структуры и характеристик метавселенных / Л. С. Горбачева, А. Н. Волков // Информационные технологии и телекоммуникации. – 2024. – Т. 12, № 1. – С. 29-39. – DOI 10.31854/2307-1303-2024-12-1-29-39. – EDN PDZPER.
34. Волков, А. Н. Метавселенные как следующий виток развития сетевых технологий / А. Н. Волков // Научно-техническая конференция Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященная Дню радио. – 2024. – № 1(79). – С. 210-212. – EDN WKNIKI.