

**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ ИМЕНИ  
ГУМАРБЕКА ДАУКЕЕВА  
ИНСТИТУТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ  
КАФЕДРА «ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»**



Утверждаю  
Директор по науке  
К. Алипбаев  
\_\_\_\_\_ 2026 г.

**ПРОГРАММА**

вступительного экзамена в докторантуру по направлению 8D062  
«Телекоммуникации»

ОП 8D06201 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Алматы 2026

Данная программа вступительного экзамена в докторантуру по образовательной программе 8D06201 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации» составлена на основании типовых, рабочих учебных планов и рабочей программы дисциплины «Научно-технические проблемы в Радиотехнике, электронике и телекоммуникациях» магистерского направления подготовки.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры Телекоммуникационная инженерия от «13» мая 2026 г. протокол №9.

Зав. кафедрой ТИ  Кадылбеккызы Э.

Программа вступительного экзамена по ОП 8D06201 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации» одобрена учебно-методической комиссией института телекоммуникации и автоматизации от « \_\_\_\_ » мая 2025 г., протокол № \_\_\_\_.

Директор ИТА  Омарбекова А.О.

Программа вступительного экзамена по ОП 8D06201 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации» согласована с департаментом по науки АУЭС им. Гумарбека Даукеева.

Директор департамента науки  Калиева Н.Б.

Программа вступительного экзамена по ОП 8D06201 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации» согласована с департаментом по академическим вопросам АУЭС им. Гумарбека Даукеева.

Директор департамента по академическим вопросам  Байзакова С.М.

## I. Общие положения

1. Программа составлена в соответствии с Приказом Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года № 600 «Об утверждении Типовых правил приема на обучение в организации образования, реализующие образовательные программы высшего и послевузовского образования» (далее – Типовые правила), с учетом внесенных изменений и дополнений.

2. Вступительный экзамен в докторантуру включает собеседование, написание эссе и экзамен по профилю группы образовательных программ.

Блок	Баллы
1. Собеседование	30
2. Эссе	20
3. Экзамен по профилю группы образовательной программы	50
Всего/проходной	100/75

3. Продолжительность вступительного экзамена - 3 часа 10 минут, в течение которых поступающий пишет эссе, отвечает на электронный экзаменационный билет. Собеседование проводится на базе вуза до вступительного экзамена.

## II. Порядок проведения вступительного экзамена

1. Поступающие в докторантуру на ОП 8D06201 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации» пишут проблемное / тематическое эссе. Объем эссе – не менее 250 слов.

Цель эссе – определить уровень аналитических и творческих способностей, выраженных в умении выстраивать собственную аргументацию на основе теоретических знаний, социального и личного опыта.

Виды эссе:

- мотивационное эссе с раскрытием побудительных мотивов к исследовательской деятельности;
- научно-аналитическое эссе с обоснованием актуальности и методологии планируемого исследования;
- проблемное/тематическое эссе, отражающее различные аспекты научного знания в предметной области.

2. Электронный экзаменационный билет состоит из 3 вопросов.

## Содержание

1. Программа к вступительным экзаменам.....	4
2. Рекомендуемая литература.....	5

**Программа вступительного экзамена  
в докторантуру по образовательной программе  
«8D06201 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации»**

**Тема 1. Современное состояние и перспективы развития в области радиотехники, электроники и телекоммуникаций.**

Классификация наземных радиотехнических систем. Тенденции развития современных наземных радиотехнических систем. Современное состояние средств навигации и связи космического базирования. Проблемы развития систем пеленгации и навигации. Перспективы развития навигационных систем наземного и космического базирования. Современные тенденции развития систем передачи аудио и видеoinформации.

**Тема 2. Современное состояние и тренды в радиотехнике, электронике и телекоммуникациях**

- Индустрия 4.0 и 5G/6G как драйверы развития отрасли. Индустрия 4.0, концепцию цифровой трансформации производственных процессов, Интернете вещей (IoT)/IIoT – системы, их архитектура и возможности, большие данные (Big Data), машинное обучение и автоматизация.

- Устойчивые (green) телекоммуникации. Энергоэффективные радиосистемы с автоматическим управлением энергопотреблением; Возобновляемые источники питания для базовых станций (солнечные, ветряные); Off-grid и hybrid-grid BTS для отдалённых районов; Рекуперация тепла от дата-центров и использование жидкостного охлаждения; Умное управление трафиком (AI-based traffic steering) для снижения нагрузки на сеть; Гибридные и программно-конфигурируемые радиосистемы (SDR), Развитие спутниковых и квазиспутниковых (HAPS) систем связи.

**Тема 3. Распределенные вычисления и нанотехнологии.**

Понятие распределенных вычислений. Архитектура сетей GRID. Web сервисы в GRID. Типы облачных вычислений. Архитектура облачных вычислений. Понятие о нанотехнологиях в электронике и телекоммуникациях. Качественное изменение характера функционирования электронных компонентов при переходе к наномасштабам. Основные задачи и принципы наноэлектроники. Возможные пути создания нанопроцессора. Переключатели на основе отдельных молекул. Развитие наноэлектроники в ПК и мире. Прогнозы развития элементной базы вычислительной техники. «Закон Мура». Внедрение современных типов микропроцессоров и сигнальных процессоров. Перспективы развития сигнальных процессоров и микроконтроллеров. Перспективы использования нанотехнологий в области записи и воспроизведения информации. Перспективы использования нанотехнологий в системах воспроизведения изображения.

#### **Тема 4. Нейронные сети.**

Нейронные сети: появление и современное назначение. Распознавание образов нейронными сетями. Формальный нейрон. Архитектура нейронных сетей. Нейронная сеть Хопфилда. Интернет, как аналог нейронной сети, другие аналогии с нейронными сетями в природе и обществе.

#### **Тема 5. Электромагнитная совместимость (ЭМС) радиоэлектронных средств.**

Правила осуществления радиоконтроля в РК. Электромагнитная обстановка. Методы анализа ЭМС. Исследование электромагнитной обстановки. Классификация радиопомех по месту возникновения и по способу воздействия на технические средства. Основные пути достижения нормативных показателей по ЭМС. Виды испытаний технических средств на ЭМС: помехоэмиссия; помехоустойчивость. Требования по ЭМС и сертификационные испытания.

#### **Тема 6. Методы испытаний технических средств и радиосистем.**

Нормы, требования и методы испытаний на индустриальные радиопомехи; гармонические составляющие тока, потребляемого техническими средствами из сети электропитания; колебания напряжения и фликер, вызываемые техническими средствами в сети электропитания. Классификация требований к техническим (ТС) и радиосистемам по обеспечению работоспособности в условиях эксплуатации. Классификация основного оборудования для проведения испытаний на электромагнитную совместимость. Основные требования и методы испытаний ТС на устойчивость к различным видам помех. Основные требования и методы испытаний ТС по устойчивости к электростатическим зарядам и радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний на стойкость к внешним воздействиям и степени защиты корпусов (оболочек) радиоэлектронной аппаратуры. Испытания для различных климатических регионов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования радиоэлектронной аппаратуры в части воздействия климатических факторов внешней среды. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP). Испытания на воздействие вибраций. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам.

#### **Тема 7. Современные оптические телекоммуникации: тенденции и прорывы**

Оптические технологии остаются основой глобальной телекоммуникационной инфраструктуры, обеспечивая магистральную, региональную и внутризональную передачу данных со сверхвысокой скоростью и надёжностью. В последние годы наметились несколько ключевых направлений развития:

1. Coherent-оптика нового поколения. Использование когерентных приёмников с QAM-модуляцией вплоть до 128-QAM и символьных скоростей

выше 100 Гбод. Внедрение DSP (цифровой обработки сигнала) и AI/ML для компенсации нелинейных искажений и адаптации к каналам. Применение Зеленой технологий для более эффективного использования.

2. Оптические транспондеры на базе фотонных интегральных схем (PIC). Интеграция лазеров, модуляторов, фотодетекторов и фильтров в один чип. Снижение энергопотребления и габаритов устройств. Широкое внедрение силиконовой фотоники (SiPh) для дата-центров и магистралей.

3. Свободное оптическое пространство (FSO) и лазерная связь. Разработка оптических терминалов для спутников и HAPS. Высокоскоростная связь (до 10–100 Гбит/с) между зданиями, БПЛА, спутниками. Устойчивость к радиочастотным помехам и возможность использования в закрытых частотных диапазонах.

4. Multicore и Few-mode оптические волокна. Повышение пропускной способности за счёт пространственного мультиплексирования (SDM). Применение в межконтинентальных магистралях и центрах обработки данных.

5. Развитие PON-сетей нового поколения (XGS-PON, NG-PON2)

### **Рекомендуемая литература:**

#### **Основная:**

1. Стандарты Международной электрической комиссии (МЭК) на стойкость к внешним воздействиям – серии МЭК 68

2. Стандарты Международной электрической комиссии на электромагнитную совместимость – серии МЭК 61000

3. The 6G Vision – Latva-aho, M. et al. – Wiley, 2021

4. Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications – Proakis, Manolakis – Pearson, 2022

5. Neural Networks and Deep Learning – Michael Nielsen (<https://neuralnetworksanddeeplearning.com>)

6. Video Compression and Communications – Wang, Zhu – Elsevier, 2020

7. Quantum Communication and Quantum Networking – Springer, 2021

8. Fundamentals of Electromagnetic Compatibility – Clayton R. Paul – Wiley, 2018

9. Smart Antennas and Signal Processing in 5G and Beyond – CRC Press, 2023

10. Nanotechnology for Telecommunications – Al-Muhtadi, Alsharif – Springer, 2020.

11. Грегори Т. М., Томас Л. К., "Оптоволоконные телекоммуникации. Принципы и практика"– М.: Техносфера, 2021. ▪ Полное руководство по теории и практике оптических систем передачи. ▪ Включает современные подходы к когерентной связи, модуляциям и WDM.

12. Кезель А. "Оптические сети связи"– М.: Радио и связь, 2020. ▪ Раскрывает структуру волоконно-оптических линий, оборудование, технологии DWDM, CWDM, PON. ▪ Включены кейсы и примеры из практики провайдеров.

13. Шувалов В. П., Фокин В. Г. Оптические сети доступа большого радиуса действия. — М.: Горячая линия-Телеком, 2023. — 228 с. — ISBN 978-5-9912-0724-9.

14. Sillard P., "Multicore and Few-Mode Fiber Technologies"— Springer, 2019. Подробно описаны волокна нового поколения для SDM (space division multiplexing). ■ Актуально для магистральных систем и 6G-сетей.

15. Ramaswami R., Sivarajan K. N., Sasaki G. H. "Optical Networks: A Practical Perspective", 4th ed.— Morgan Kaufmann, 2020. ■ Практика построения современных оптических сетей, включая SDN, ASON, Flex-Grid. Расчет параметров, защита, маршрутизация и планирование.

#### **Дополнительная:**

1. Гольдштейн Б.С., Кучерявый А.Е. Сети связи пост-NGN. - СПб.: БХВ-Петербург, 2013. -160 с.

2. Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. Сети связи. –СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 400 с.

3. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. Сети мобильной связи LTE: технологии и архитектура. – М.: эко-Трендз, 2010. – 284 с.

4. Сомов А.М., Корнев С.Ф. Спутниковые системы связи. – М.: Горячая линия-телеком, 2012, - 244 с.

5. Головин О.В. Радиоприемные устройства.- М.: Горячая линия-Телеком 2002.

6. Телевидение под ред. В.Е. Джаконии.- М.: Радио и связь ,2007

7. Артюшенко В.М., Шелухин О.И., Афонин М. Ю. Цифровое сжатие видеоинформации и звука. - М.:Горячая линия: телеком, 2003 . - 426 с.,

8. Быховский М.А. Развитие телекоммуникаций. На пути к информационному обществу. Развитие спутниковых телекоммуникационных систем: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 436 с.

9. Перов А.И. Основы построения спутниковых радионавигационных систем: Учеб. пособие для вузов. – М.: Радиотехника, 2012. – 240 с.

10. Методы спутникового и наземного позиционирования. Перспективы развития технологий обработки сигналов / Под ред. Д. Дардари, Э. Фаллетти, М. Луизе. – М.: Техносфера, 2012 – 528 с.

11. Дворкович В.П., Дворкович А.В. Цифровые видеоинформационные системы (теория и практика). – М.: Техносфера, 2012. – 1008 с.

12. Шелухин О.И., Гузеев А.В. Сжатие аудио- и видеоинформации: Учебное пособие. – М.: МТУСиИ, 2012. – 88 с.

13. Риз Дж. Облачные вычисления.- СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 288 с.

14. Быков Р.Е., Фрайер Р., Иванов К.В., Манцветов А.А. Цифровое преобразование изображений. Учебное пособие для вузов. -М.: Горячая линия-Телеком, 2012. – 228 с.

15. Петраков А.В. Защитные информационные технологии аудиовидеосвязи. – М.: Электроатомиздат, 2010. – 616 с.

16. Ергожин Е.Е., Арын Е.М., Сулейменов И.Э., Беленко Н.М., Габриелян О.А., Сулейменова К.И., Мун Г.А. Нанотехнология. Экономика. Геополитика. / Библиотека нанотехнологии. Алматы – Москва-София-Антиполис – Симферополь: Изд-во ТОО «Print-S», 2010. – 227 с.

17. Ибрагимов И.М. Основы компьютерного моделирования наносистем.- СПб.: Лань, 2010. – 384 с.

18. Щука А.А. Нанoeлектроника. - М.: Бином, 2012. – 342 с.

19. Мардер Н.С. Современные телекоммуникации. — М.: ИРИАС, 2006. — 384 с.

20. Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности.-М.: Техносфера, 2008. – 352 с.

21. Мартинес-Дуарт Дж. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники. – М.: Техносфера, 2007. – 368 с.

22. Сулейменов И.Э., Федулина И.Н., Куликов А.А. Современное состояние радиотехники, электроники и телекоммуникаций. Конспект лекций для магистрантов. – Алматы: АУЭС, 2016. – 106 с.

### **Интернет ресурсы:**

23. <http://adilet.zan.kz/rus/docs/H11T0000879> Электромагнитная совместимость ТС

28.

[http://lib.tarsu.kz/rus/all.doc/Elektron\\_res/Riz\\_Oblachnie%20vichislenie.pdf](http://lib.tarsu.kz/rus/all.doc/Elektron_res/Riz_Oblachnie%20vichislenie.pdf)

25. <http://neuralnetworksanddeeplearning.com> Нейронные сети и глубокое обучение