

М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті
Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева

Инженерлік және сандық технологиялар факультеті/
Факультет инженерии и цифровых технологий

«Энергетика және радиоэлектроника» кафедрасы/
Кафедра «Энергетика и радиоэлектроника»

БЕКІТЕМІН/УТВЕРЖДАЮ
Академиялық мәселелер жөніндегі
Баскарма мүшесі
Член Правления по академическим
вопросам



А.Х. Нурпеисова

Нурпеисова А.Х.

« 20 » 04 2026 г.

ТАЛАПҚЕРЛЕРГЕ АРНАЛҒАН ТҮСУ ЕМТИХАНЫНЫҢ БАҒДАРЛАМАСЫ
(жоғары білім беру негізіндегі жеделдетілген)
7M06201 (7M06204) «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» білім
беру бағдарлама бойынша
мемлекеттік және орыс тілінде оқыту

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ
(на базе высшего образования)
по образовательной программе 7M06201 (7M06204) «Радиотехника, электроника и
телекоммуникации»
с государственным и русским языком обучения

Петропавл 2026 ж./ Петропавловск 2026 г.

Программа разработана:

1. Петров П.А., PhD, доцент кафедры «Энергетика и радиоэлектроника»
2. Савостин А.А., к.т.н, профессор кафедры «Энергетика и радиоэлектроника»
3. Риттер Д.В., к.т.н., профессор кафедры «Энергетика и радиоэлектроника»



Рассмотрена и рекомендовано к утверждению на заседаниях:

Академического совета университета

протокол № 11 « 20 » 04 2026 г.

Председатель АС университета  Нурпеисова А.Х.

Совет Факультета инженерии и цифровых технологий по академическому качеству

протокол № 4 « 26 » 02 2026 г.

Председатель совета по качеству института / факультета

 Долматова Л.В.

Кафедра «Энергетика и радиоэлектроника»

протокол № 6 « 30 » 01 2026 г.

Заведующий кафедрой

 Кашевкин А.А.

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА / ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Осы бағдарлама М. Қозыбаев атындағы СҚУ 7М06201 (7М06204) «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» ББ бойынша оқуға түсетін талапкерлермен түсу емтиханының – әңгімелесудің мазмұнын айқындайды.

Бағдарлама «Энергетика және радиоэлектроника» кафедрасында әзірленді және 7М06201 (7М06204) «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» ББ бойынша оқыту үшін түсу емтиханын (әңгімелесуді) дайындауға және өткізуге арналған. Бағдарламада емтиханды ұйымдастыру және өткізу туралы жалпы мәліметтер, білуі оқуға түсушілердің теориялық дайындық деңгейін айқындайтын тақырыптар мен сұрақтар тізбесі, әдебиеттер тізімі, бағалау критерийлері қамтылған.

Емтиханда талапкер зерттеу және қолданбалы сипаттағы нақты теориялық және практикалық міндеттерді шешу үшін қажетті білімді, іскерліктер мен дағдыларды тиімді қолдану, теориялық материалда және негізгі дереккөздерді (әдебиеттер, ғылыми және оқу басылымдары) таңдауда бағдарлай алу біліктілігін көрсетуі тиіс.

Настоящая программа определяет содержание вступительного экзамена - собеседования с абитуриентами, поступающими в СҚУ им. М.Козыбаева на ОП 7М06201 (7М06204) «Радиотехника, электроника и телекоммуникации».

Программа разработана на кафедре «Энергетика и радиоэлектроника» и предназначена для подготовки и проведения вступительного экзамена (собеседования) для обучения по ОП 7М06201 (7М06204) «Радиотехника, электроника и телекоммуникации». В программе содержатся общие сведения об организации и проведении экзамена, перечень тем и вопросов, знание которых определяет теоретический уровень подготовленности поступающих, список литературы, критерии оценивания.

На экзамене абитуриент должен продемонстрировать умения эффективно применять необходимые знания, умения и навыки для решения конкретных теоретических и практических задач исследовательского и прикладного характера, ориентироваться в теоретическом материале и подборе основных источников (литература, научные и учебные издания).

Әңгімелесудің құрылымы мен бағалау критерийлері / Структура и критерии оценивания собеседования

Түсу әңгімелесуі офлайн форматта өткізіледі.

Түсу емтиханының нәтижелері бойынша білім алушылардың білімін бағалаудың балдық-рейтингтік әріптік жүйесі бойынша бағалар қойылады. Бұл ретте үміткердің теориялық және практикалық дайындық деңгейі ескеріледі.

Ауызша жауапқа дайындалуға бөлінетін уақыт 30 минуттан аспайды. Дайындық аяқталғаннан кейін талапкер сұраққа және комиссия мүшелерінің қосымша және/немесе нақтылайтын сұрақтарына жауап береді (15 минуттан аспайды).

Түсу емтиханын бағалау критерийлері 1-кестеде көрсетілген.

Вступительное собеседование проводится в офлайн формате.

По результатам вступительного экзамена выставляются оценки по балльно-рейтинговой буквенной системе оценки знаний обучающихся. При этом принимается во внимание уровень теоретической и практической подготовки претендента.

Время, отводимое на подготовку к устному ответу, не превышает 30 минут. После завершения подготовки абитуриент отвечает на вопрос и на дополнительные и/или уточняющие вопросы членов комиссии (не более 15 минут).

Критерии оценивания вступительного экзамена отражены в таблице 1

1-кесте – Түсу емтиханын бағалау критерийлері

№	Критерийлер	Балдар
1	Жауаптың мазмұны мен көлемінің қойылған сұраққа сәйкестігі	35
2	Баяндаудың қисындылығы мен бірізділігі	15
3	Теориялық материалды қажетті түсіндірмелермен, мысалдармен сүйемелдеу	25
4	Ұғымдық-терминологиялық аппаратты меңгеру	15
5	Материалды баяндаудың ғылыми стильге сәйкестігі	10
	Барлығы	100 балл

Таблица 1 – Критерии оценивания вступительного экзамена

№	Критерии	Баллы
1	Содержание и объем ответа соответствуют заданному вопросу	35
2	Логичность и последовательность изложения	15
3	Сопровождение теоретического материала необходимыми пояснениями, примерами	25
4	Владение понятийно-терминологическим аппаратом	15
5	Соответствие изложения материала научному стилю	10
	Итого	100 баллов

7M06201 (7M06204) "Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар" білім беру бағдарламасы бойынша кіріспе әңгімелесуді өткізуге арналған сұрақтар

1. Сигналдардың динамикалық көрінісі. Қарапайым функциялар туралы түсініктер – Дирак және Хависайд-және олардың көмегімен сигналдарды ұсыну. Дирак пен Хависайд функцияларының байланысы, олардың аналитикалық өрнектері. Сигналдардың динамикалық көрінісінің мысалдары.

2. Сигналдардың спектрлік талдауы. Фурье сериясы мен интегралы, олардың қасиеттері, периодты және периодты емес функцияларды көрсету үшін қолдану шарттары. Сигнал спектрлерін, сондай-ақ динамикалық бейнелеуде қолданылатын қарапайым функцияларды есептеу мысалдары. Сигналдың ұзақтығы мен оның спектрінің енінің арақатынасы.

3. Сигналдарды іріктеу және кванттау. Котельников теоремасы (анықтамалық теорема). Котельниковтың жанында сигнал беру. Сигнал базасы туралы түсінік. Сигнал деңгейлерін кванттау. Кванттау шуы. Сигнал көлемі туралы түсінік.

4. Детерминирленген сигналдардың корреляциялық талдауы. Озара және автокорреляциялық функциялар ұғымдары, олардың қасиеттері. Винер-Хинчин теоремасы және корреляциялық функциялардың сигнал күші мен энергия спектрлерімен байланысы.

5. Кездейсоқ сигналдардың сипаттамасы. Кездейсоқ процестердің негізгі параметрлері: ықтималдық тығыздығы және таралу заңы, бірінші және екінші ретті моменттер, корреляция функциясы. Процестердің кең және тар мағынасында эргодикалық, стационарлық анықтамалар. Корреляция функциясының стационарлық, эргодикалық процестің спектрімен байланысы. Кездейсоқ процестердің мысалдары.

6. Модуляцияланған сигналдар. Амплитудалық (екі жолақты, бір жолақты және тепе-теңдік) және бұрыштық (жиілік және фазалық) модуляция түрлері. Модуляцияланған тербеліс спектрлерінің ерекшеліктері. Сигналдың бұрмалануынсыз модуляция шарттары. Модуляцияланған сигналдардың векторлық көрінісі.

7. Тар жолақты сигналдар. Аналитикалық сигнал туралы түсінік. Аналитикалық сигнал арқылы конвертті, фазаны және лездік жиілікті бір мәнді анықтау.

8. Импульстік модуляция. Амплитудалық, ендік, фазалық және жиілік модуляциясы. Амплитудалық импульстік код модуляциясының мысалдары. Дельта модуляциясы. Импульстарды жіберудің қажетті жиілігін есептеу.

9. Тізбектердің жіктелуі және сипаттамасы. Сызықтық тізбектерді анықтау. Изоморфты сигналдар туралы түсінік. Параметрлік және сызықтық емес тізбектер, олардың сызықтық

тізбектерден айырмашылығы. Контурлық Токтар мен түйіндік потенциалдар әдістері. Тәуелсіз теңдеулер саны. Қайтымдылық ұғымы.

10. Төрт полюстер. Төрт полюсті анықтау. Төрт полюсті матрицалық көріністер (a -, Z -, Y -, G - және H -матрицалар). Күрделі төрт полюсті матрицалар. Төрт полюстің параметрлері (кіріс және шығыс кедергісі, ток пен кернеудің берілу коэффициенттері). Қайтымды және симметриялы төрт полюсті ұғымдар. Каскадты байланыс кезінде сипаттамалық кедергі және беріліс тұрақтысы.

11. Сызықтық тізбектердің тұрақтылығы. Төрт полюсті ауыстыру схемалары. Кері байланысы бар төрт терминал. Теріс кері байланыстың тізбек параметрлеріне әсері. Тізбектің годографы туралы түсінік. Nyquist тұрақтылық критерийі.

12. Күшейткіштер. Күшейткіштің жұмыс принципі. Күшейткіш элементтердің түрлері (оріс және биполярлық транзисторлар). Әлсіз сигнал жуықтауындағы күшейткіш теңдеулер. Эквивалентті тізбектер және күшейткіш матрицалар. Аперидотық және резонанстық күшейткіштердің АЧХ және ФЧХ.

13. Күшейткіштердегі сигналдардың бұрмалануы. Сызықтық (жиілік және фазалық) бұрмаланулар. Сызықтық емес бұрмаланулар. Теріс кері байланыстың бұрмалануға әсері.

14. Автогенераторлар. Теріс қарсылық. Автогенераторларда өздігінен қозу және стационарлық режим орнату шарттары. Қатты және жұмсақ өзін-өзі қоздыру режимдері.

15. Сигнал модуляторлары. Амплитудалық және жиілік модуляторлары. Реактивті шам. Фазалық модулятор. Модуляциялық сипаттамалар.

16. Сигнал детекторлары. Амплитудалық, жиілік және фазалық детекторлар. Детектордың сипаттамалары. Анықтау кезінде сигналдардың бұрмалануы. Генераторлардың жиілігін жиілік және фазалық реттеу схемалары.

17. Жиілік түрлендіргіштері (RF). Резистивті ХВ теориясы. Оның эквивалентті схемасы және берілу коэффициенті. Сызықтық емес сыйымдылықтағы ОЖ, оның баламалы схемасы. Фазалық қатынастарға байланысты реактивті РФ беру коэффициенті. Тұрақсыздық жағдайы, параметрлік генератор және күшейткіш.

18. Радиотехникалық жүйелер. Блок-схема және радиоқабылдағыш қондырғыларының негізгі мақсаты. Сигналдың амплитудасы, жиілігі және фазалық модуляциясы бар таратқыштардың Блок-схемалары мен жұмыс принциптері.

19. Жылу шуы. Қос полюстерге арналған Nyquist формуласы. Эквивалентті Шу генераторы туралы түсінік. Шу температурасы және шуға төзімділік. Nyquist формуласының қолдану аясы.

20. Атыс әсері. Шу диоды. Жылу шуының атыс әсерімен қатынасы. Жартылай өткізгіш диодтардың шуы. Сызықтық емес элементтердегі шуды сипаттау үшін Nyquist және Shottky формулаларының қолданылуындағы шектеулер.

21. Радио тізбектердің Шу параметрлері. Белсенді элементтердің Шу көздері. Эквивалентті Шу тізбектері. Шу коэффициенті және Шу температурасы. Фриис Формуласы.

22. Сандық технологияның логикалық негіздері. Сандық технологияның негізгі түсініктері.

23. Комбинациялық Сандық құрылғылар

24. Шифраторлар мен дешифраторлар.

25. Мультиплексорлар және демультиплексорлар.

26. Кодтардың қосқыштары мен компараторлары.

27. Бағдарламаланатын логикалық матрицалар.

28. Бір вибраторлар және сигнал генераторлары.

29. Дәйекті Сандық құрылғылар.

30. Триггерлер.

31. Регистрлер.

32. Есептегіштер.

33. Аналогтық-сандық және сандық-аналогтық түрлендіргіштер.

34. Микропроцессорлар.

35. Микропроцессорлардың түрлері, шиналық байланыс құрылымы, микропроцессорлық жүйенің (МПС) жұмыс режимдері, микропроцессорлық жүйелердің архитектурасы мен түрлері.

36. Ақпарат алмасуды ұйымдастыру.

37. Типтік микропроцессордың архитектурасы.

38. Орталық процессордың құрылымы мен ұйымдастырылуы, жал пен интерфейстің қосылуы, микропроцессорлық жүйенің бағдарламалық моделі, адрестеу әдістері мен командалық мысалдар, ассемблер тілінде бағдарламалау.

39. Микропроцессорлық жүйенің перифериялық құрылғыларының жұмысын ұйымдастыру.

40. Импульстік генератордың құрылымы мен жұмыс принципі, параллель интерфейстің құрылымы мен бағдарламалануы, таймер, үзіліс контроллері және сериялық интерфейс.

41. Сигналдар және оларды зерттеу әдістері.

42. Элемент электр тізбегінің резисторы болып табылады.

43. Электр тізбегінің конденсатор элементі.

44. Элемент электр тізбегінің индукторы.

45. Электр тізбектері.

46. Қатты денелер байланыста болған кездегі физикалық құбылыстар.

47. Жартылай өткізгіш диодтар.

48. Биполярлық транзисторлар.

49. Биполярлық транзисторлардың сипаттамалары мен параметрлері.

50. Оріс транзисторлары.

51. MDP транзисторлары.

52. Тиристорлар.

53. Оптоэлектронды және жартылай өткізгіш аспаптар.

54. Жарық шығарғыштар.

55. Электрондық кілттер.

56. Электрлік сигнал күшейткіштері.

57. Кері байланыс күшейткіштері.

58. Сандық байланыс жүйелерінің трансивер жолдары.

59. Трансивер құрылғыларындағы шуға төзімділік.

60. Трансивер құрылғыларының негізгі сипаттамалары.

61. Талшықты-оптикалық байланыс желілерінің негізгі құрамдас бөліктері.

62. Талшықты-оптикалық байланыс желілерінің түрлері.

63. Талшықты-оптикалық байланыс желілерінің негізгі сипаттамалары.

Вопросы для проведения вступительного собеседования по ОП 7М06201 (7М06204) «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

1. Динамическое представление сигналов. Понятия элементарных функций – Дирака и Хэвисайда – и представление сигналов с их помощью. Связь функций Дирака и Хэвисайда, их аналитические выражения. Примеры динамического представления сигналов.
2. Спектральный анализ сигналов. Ряд и интеграл Фурье, их свойства, условия применимости для представления периодических и непериодических функций. Примеры вычисления спектров сигналов, а также элементарных функций, используемых при динамическом представлении. Соотношение длительности сигнала и ширины его спектра.
3. Дискретизация и квантование сигналов. Теорема Котельникова (теорема отсчетов). Представление сигнала рядом Котельникова. Понятие базы сигнала. Квантование уровней сигнала. Шум квантования. Понятие объема сигнала.
4. Корреляционный анализ детерминированных сигналов. Понятия взаимно- и автокорреляционных функций, их свойства. Теорема Винера-Хинчина и связь корреляционных функций со спектрами мощности и энергии сигнала.

5. Описание случайных сигналов. Основные параметры случайных процессов: плотность вероятности и закон распределения, моменты первого и второго порядков, функция корреляции. Определения эргодического, стационарного в широком и узком смысле процессов. Связь функции корреляции со спектром стационарного, эргодического процесса. Примеры случайных процессов.
6. Модулированные сигналы. Виды амплитудной (двуполосная, однополосная и балансная) и угловой (частотная и фазовая) модуляции. Особенности спектров модулированных колебаний. Условия модуляции без искажений сигнала. Векторное представление модулированных сигналов.
7. Узкополосные сигналы. Понятие аналитического сигнала. Однозначное определение огибающей, фазы и мгновенной частоты через аналитический сигнал.
8. Импульсная модуляция. Амплитудная, широтная, фазовая и частотная модуляция. Примеры амплитудной импульсно-кодовой модуляции. Дельта-модуляция. Расчет необходимой частоты передачи импульсов.
9. Классификация и описание цепей. Определение линейных цепей. Понятие изоморфных сигналов. Параметрические и нелинейные цепи, их отличия от линейных. Методы контурных токов и узловых потенциалов. Число независимых уравнений. Понятие обратимости.
10. Четырехполосники. Определение четырехполосника. Матричные представления четырехполосников (a -, Z -, Y -, G - и H -матрицы). Матрицы сложных четырехполосников. Параметры четырехполосников (входное и выходное сопротивление, коэффициенты передачи по току и напряжению). Понятия обратимого и симметричного четырехполосников. Характеристическое сопротивление и постоянная передачи при каскадном соединении.
11. Устойчивость линейных цепей. Схемы замещения четырехполосников. Четырехполосник с обратной связью. Влияние отрицательной обратной связи на параметры цепи. Понятие годографа цепи. Критерий устойчивости Найквиста.
12. Усилители. Принцип работы усилителя. Типы усилительных элементов (полевой и биполярный транзисторы). Уравнения усилителей в слабосигнальном приближении. Эквивалентные схемы и матрицы усилителей. АЧХ и ФЧХ апериодического и резонансного усилителей.
13. Искажения сигналов в усилителях. Линейные (частотные и фазовые) искажения. Нелинейные искажения. Влияние отрицательной обратной связи на искажения.
14. Автогенераторы. Отрицательное сопротивление. Условия самовозбуждения и установления стационарного режима в автогенераторах. Жесткий и мягкий режимы самовозбуждения.
15. Модуляторы сигналов. Амплитудный и частотный модуляторы. Реактивная лампа. Фазовый модулятор. Модуляционные характеристики.
16. Детекторы сигналов. Амплитудный, частотный и фазовый детекторы. Детекторные характеристики. Искажения сигналов при детектировании. Схемы частотной и фазовой подстройки частоты генераторов.
17. Преобразователи частоты (ПЧ). Теория резистивного ПЧ. Его эквивалентная схема и коэффициент передачи. ПЧ на нелинейной емкости, его эквивалентная схема. Коэффициент передачи реактивного ПЧ в зависимости от фазовых соотношений. Условие неустойчивости, параметрический генератор и усилитель.
18. Радиотехнические системы. Блок-схема и основное назначение узлов радиоприемного устройства. Блок-схемы и принципы работы передатчиков с амплитудной, частотной и фазовой модуляцией сигнала.
19. Тепловой шум. Формула Найквиста для двухполосников. Понятие эквивалентного шумового генератора. Шумовая температура и шумовое сопротивление. Область применимости формулы Найквиста.

20. Дробовой эффект. Шумовой диод. Соотношение теплового шума с дробовым эффектом. Шумы полупроводниковых диодов. Ограничения в применимости формул Найквиста и Шоттки для описания шумов в нелинейных элементах.
21. Шумовые параметры радиосцепы. Источники шумов активных элементов. Эквивалентные шумовые схемы. Коэффициент шума и шумовая температура. Формула Фрииса.
22. Логические основы цифровой техники. Базовые понятия цифровой техники.
23. Комбинационные цифровые устройства
24. Шифраторы и дешифраторы.
25. Мультиплексоры и демультиплексоры.
26. Сумматоры и компараторы кодов.
27. Программируемые логические матрицы.
28. Одновибраторы и генераторы сигналов.
29. Последовательностные цифровые устройства.
30. Триггеры.
31. Регистры.
32. Счетчики.
33. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.
34. Микропроцессоры.
35. Типы микропроцессоров, шинная структура связей, режимы работы микропроцессорной системы (МПИС), архитектура и типы микропроцессорных систем.
36. Организация обмена информацией.
37. Архитектура типового микропроцессора.
38. Структура и организация центрального процессора, подключение памяти и интерфейсных БИС, программная модель микропроцессорной системы, методы адресации и примеры команд, программирование на языке ассемблера.
39. Организация работы периферийных устройств микропроцессорной системы.
40. Структура и принцип действия генератора тактируемых импульсов, структура и программирование параллельного интерфейса, таймера, контроллера прерываний и последовательного интерфейса.
41. Сигналы и методы их исследования.
42. Элемент резистор электрической цепи.
43. Элемент конденсатор электрической цепи.
44. Элемент катушка индуктивности электрической цепи.
45. Электрические цепи.
46. Физические явления при контакте твердых тел.
47. Полупроводниковые диоды.
48. Биполярные транзисторы.
49. Характеристики и параметры биполярных транзисторов.
50. Полевые транзисторы.
51. МДП-транзисторы.
52. Тиристоры.
53. Оптоэлектронные и полупроводниковые приборы.
54. Светодиоды.
55. Электронные ключи.
56. Усилители электрических сигналов.
57. Усилители с обратной связью.
58. Приемопередающие тракты цифровых систем связи.
59. Помехоустойчивость в приемопередающих устройствах.
60. Основные характеристики приемопередающих устройств.
61. Основные компоненты волоконно-оптических линий связи.
62. Типы волоконно-оптических линий связи.
63. Основные характеристики волоконно-оптических линий связи.

Үсынылатын әдебиеттер / Рекомендуемая литература:

1. Барри Уилкинсон Основы проектирования цифровых схем.: Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. - 320 с.
2. Гончаров А.И. Основы теории связи. - СПб.: БХВ-Петербург, 2020. - 256 с.
3. Дубровский Ю.А. Сигналы и системы. - М.: Издательский дом "Механика", 2017. - 240 с.
4. Ефимов А.П. Электрические цепи и сигналы. - М.: ИНФРА-М, 2016. - 512 с.
5. Мельников И.П. Электроника и телекоммуникации. - М.: КНОРУС, 2016. - 416 с.
6. Новиков П.С. Основы теории электрических схем и связи. - М.: БХВ-Петербург, 2020. - 304 с.
7. Павлов А.П. Радиосвязь и электроника. - М.: Лань, 2018. - 224 с.
8. Романов А.С. Электронные средства связи. - СПб.: Питер, 2019. - 336 с.
9. Парышкин А.К. Цифровые устройства и микропроцессоры. - М.: Академия, 2006. - 320 с.
10. Ю.В. Новиков, П.К. Скоробогатов Основы микропроцессорной техники. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 359 с.
11. Бродин В.Б., Калинин А.В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики. - М.: ЭКОМ, 2002. - 400 с.
12. Бойко В.И. Схемотехника электронных систем. Микропроцессоры и микроконтроллеры. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004 - 455 с.
13. Осипов, А.В. Электронные сигналы и цепи. Цифровые сигналы и устройства: Учебное пособие / А.В. Осипов. - СПб.: Лань, 2016. - 320 с.
14. Рафиков, Р.А. Электронные сигналы и цепи. Цифровые сигналы и устройства: Учебное пособие / Р.А. Рафиков. - СПб.: Лань, 2016. - 320 с.
15. Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров Аналоговая и цифровая электроника. - М.: Горячая линия Телеком, Радио и связь, 2005. - 768 с.
16. Вайсбурд Ф.И., Панаев Г.А., Савельев Б.Н. Электронные приборы и усилители. - М.: КомКнига, 2005. - 472 с.
17. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: Учеб. пособие для вузов. - М.: ЛБЗ, 2000. - 488 с.
18. Павлов В.Н., Ногин В.П. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебник для вузов. - 3-е изд. - М.: Горячая линия-Телеком, 2005 - 320 с.
19. Оссовская, М.П. Волоконно-оптические сети и системы связи: Учебное пособие КИПТ / М.П. Оссовская. - СПб.: Лань КИПТ, 2016. - 272 с.
20. Скларов, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи: Учебное пособие / О.К. Скларов. - СПб.: Лань, 2018. - 268 с.