

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова Атестаційної комісії
Навчально-наукового
інституту телекомунікаційних систем

Директор НН ІТС  Михайло ІЛЬЧЕНКО

« 20 » « 02 » 2022р.

м.п.



ПРОГРАМА

комплексного фахового випробування
для вступу на освітньо-професійну програму підготовки магістра
«Системи електронних комунікацій та Інтернету речей»
за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

Програму рекомендовано:

кафедрою інформаційно-комунікаційних
технологій та систем

Протокол № 6 від «17» «лютого» 2022 р.

В.о. завідувача

Валерій ПРАВИЛО

ВСТУПНА ЧАСТИНА

Програма комплексного фахового випробування регламентує форму, зміст, критерії оцінювання та загальний порядок проведення комплексного фахового випробування для вступу на освітню програму підготовки магістра “Системи електронних комунікацій та Інтернету речей” за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

Дана програма укладена на підставі наступних дисциплін:

1. Основи теорії телекомунікацій;
2. Напрямні середовища телекомунікацій;
3. Телекомунікаційні кабельні системи;
4. Телекомунікаційні мережі.

Комплексне фахове випробування проводиться у відповідності до затвердженого “Положення про вступні випробування до Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Комплексне фахове випробування проводиться письмово, з використанням затверджених білетів, які містять п'ять питань з дисциплін бакалаврської підготовки. Загальна тривалість випробування не більше 4-х академічних годин (180 хв.) - без перерви. Час, відведений на виконання кожного завдання в білеті необмежений.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Перелік питань до комплексного фахового випробування з дисципліни “Основи теорії телекомунікацій”

1. Часове й спектральне подання сигналів. Узагальнений ряд Фур'є. Фізичний зміст. Область використання.
2. Спектри періодичних і неперіодичних сигналів. Ряд Фур'є. Пряме й зворотне перетворення Фур'є. Приклади використання перетворення Фур'є.
3. Спеціальні способи часового подання детермінованих сигналів. Огинаюча сигналу. Миттєва частота. Миттєва фаза. Аналітичний сигнал і його властивості. Перетворення Гільберта.
4. Загальні відомості про модульовані сигнали. Сигнали з амплітудною модуляцією і їхні різновиди. Загальні властивості сигналів з кутовою модуляцією. Математичний опис. Параметри.
5. Загальні відомості про маніпульовані сигнали. Багатопозиційні сигнали. Часове та векторне подання. Приклади.
6. Способи завдання випадкових сигналів. Інтегральна й диференціальна щільність розподілу випадкового процесу. Функція кореляції випадкового процесу і її властивості. Приклади.
7. Показники спектральних і енергетичних характеристик випадкових процесів. Спектральні й енергетичні властивості "гауссового шуму". Окремі випадки "гауссового шуму".
8. Дискретне подання безперервних сигналів. Постановка завдання. Область практичного використання. Теорема В. А. Котельникова. Зміст. Фізичний зміст.
9. Канали з постійними й випадковими параметрами. Математичні моделі. Фізичні властивості.
10. Поняття про завади та перекручування в каналах зв'язку. Адитивні і мультиплікативні завади. Математичний опис. Приклади.
11. Проблема завадостійкості. Завдання теорії завадостійкості. Критерії завадостійкості. Призначення. Фізичний зміст. Показники завадостійкості. Область використання. Приклади.
12. Критерій "ідеального спостерігача". Правило максимальної правдоподібності. Фізичний зміст. Область використання.
13. Кореляційний прийом і його різновиди. Переваги. Область використання.
14. Когерентна оптимальна обробка дискретних двійкових сигналів. Схема. Правило ухвалення рішення. Імовірність помилки при оптимальному когерентному прийомі дискретних двійкових сигналів. Загальне вираження.
15. Некогерентна оптимальна обробка дискретних двійкових сигналів. Схема. Правило ухвалення рішення. Імовірність помилки при оптимальному некогерентному прийомі дискретних двійкових сигналів. Загальне вираження.
16. Критерії завадостійкості систем передачі безперервних повідомлень.
17. Класифікація задач теорії виявлення й оцінок.
18. Критерії прийняття рішення і їхній взаємозв'язок.
19. Лінійна фільтрація. Основні поняття. Рівняння Вінера-Хопфа.

20. Постановка задачі теорії інформації. Основна модель передачі повідомлення в системі зв'язку й характеристика її елементів.

21. Кількісна міра інформації. Ентропія джерела дискретних повідомлень.

22. Пропускна здатність дискретного каналу з завадами. Теорема кодування Шеннона для дискретного джерела й дискретного каналу з завадами. Фундаментальне значення теореми.

23. Кількість інформації, переданої від безперервного джерела по безперервному каналу. Диференціальна ентропія.

24. Пропускна здатність безперервного каналу із безперервним джерелом. Формула Шеннона. Область використання. Фундаментальне значення.

25. Задачі теорії кодування. Класифікація кодів. Принципи завадостійкого кодування.

26. Умови для виявлення й виправлення помилок за допомогою лінійних кодів.

27. Систематичні двійкові коди. Коди Хеммінга. Особливості процедур кодування й декодування. Здатність виправляти помилки.

28. Класифікація методів підвищення ефективності систем зв'язку.

29. Цифрові способи передачі безперервних повідомлень. Імпульсно-кодова модуляція.

30. Багатоканальна передача безперервних повідомлень. Класифікація методів. Часовий і частотний поділ каналів. Область використання. Переваги. Недоліки.

Перелік питань до комплексного фахового випробування з дисципліни “Напрявні середовища телекомунікацій”

1. Частотний розподіл використання електричних та оптичних кабельних ліній передачі. Класифікація кабельних ліній передачі.

2. Основні вимоги, які висуваються до кабельних ліній передачі.

3. Будова та призначення симетричних пар, зіркових четвірок, коаксіалів.

4. Склад та будова типового кабелю лінії зв'язку на металевих провідниках.

5. Класифікація матеріалів, що складають елементарні типи кабельних ліній.

6. Конструкції коаксіальних кабелів магістрального, внутрішньозонового та підводного зв'язку.

7. Особливості та основні характеристики TEM-хвиль. TEM-хвиля коаксіальної лінії.

8. Первинні та вторинні параметри багатопроводових ліній.

9. Розрахунок напруги, хвильового опору, потужності та коефіцієнтів згасання.

10. Первинні параметри коаксіальної лінії.

11. Вторинні параметри коаксіальної лінії.

12. Параметри взаємного впливу між двома коаксіальними лініями. Затухання на ближньому кінці.

13. Переваги волоконно-оптичних ліній. Типова структура волоконно-оптичної лінії.

14. Квантово-електронні модулі, підсилювачі та лінійні регенератори.

15. Типи аксіально-симетричних світловодів. Найпростіші двохшарові світловоди.
16. Показники заломлення, нормована частота, числова апертура, фазова та групова швидкості розповсюдження світлових хвиль.
17. Одно- та багатомодові світловоди.
18. Спектральна залежність втрат в одномодовому світловоді.
19. Основні матеріали що використовуються в волоконних світловодах.
20. Наближенні рішення рівнянь Максвелла для круглих слоїстих світловодів. Дисперсійні залежності волоконного світловоду зі ступінчатим профілем показника заломлення.
21. Картини полів основних видів хвиль волоконного світловоду.
22. Основні види дисперсії волоконних світловодів. Світловоди зі зміщеною дисперсією.
23. Втрати в однорідних волоконних світловодів. Втрати що виникають при стиковці одномодових волоконних світловодів.
24. Мультиплексори, демультимплексори та подільники потужності.
25. Джерела випромінювання волоконних світловодів. Параметри світловипромінювальних діодів та лазерів.
26. Типи та параметри фотодіодів.
27. Класифікація оптичних кабелів. Типові конструкції оптичних кабелів.
28. Підсилювачі EDFA. Параметри EDFA.
29. Діапазони розподілу вікон прозорості світловодів (CWDM, WDM, HDWDM).
30. Оцінка енергетичного балансу каналу. Оцінка часу зростання.

Перелік питань до комплексного фахового випробування з дисципліни “Телекомунікаційні кабельні системи”

1. Телекомунікаційна транспортна (первинна) мережа (ТТМ) як система ліній передачі, мережевих вузлів і станцій. Ієрархічна структура ТТМ.
2. Принципи об'єднання електротехнічних засобів в єдину національну систему зв'язку (ЕНСЗ) і характеристика такої системи.
3. Узагальнена структурна схема телекомунікаційної транспортної системи (ТТС) / багатоканальної системи передачі (БСП). Поняття про елементарні функції систем передавання.
4. Ступені європейської плезіохронної цифрової ієрархії (ПЦІ/*PDH*), рекомендовані *ITU-T*: назва, загальна швидкість передачі, швидкості передачі інформаційних і службових потоків, основний цифровий канал (ОЦК), коефіцієнти мультиплексування.
5. Принцип почасового розподілу каналів (ЧасРК). Синхронне та асинхронне об'єднання й розподіл цифрових сигналів. Наведіть відповідні приклади засобів багатоканальних систем передавання.
6. Принцип реалізації й структурна схема пристрою виділення тактової частоти (ПВТЧ) способом активної і пасивної фільтрації в ЦСП.
7. Поняття синхронного та асинхронного режимів організації передавання інформації у ЦСП. Поясніть розбіжності режимів та наведіть приклади технологій.

8. Задачі АЦП та ЦАП в системах передавання. Визначте поняття дискретизації та квантування, шуму (похибки) квантування (обґрунтуйте теоретичні значення похибки квантування). Особливості дискретизації вузькосмугових сигналів.

9. Мета компандування сигналів мови (стиснення динамічного діапазону, підвищення або вирівнювання захищеності). Дайте визначення та поясніть принцип дії, наведіть приклади застосування.

10. Способи аналого-цифрових (цифро-аналогових) перетворень в цифрових системах передачі (ЦСП). ІКМ-кодеки з нерівномірним квантуванням.

11. Види синхронізації в цифрових системах передачі (ЦСП), аналіз порушення синхронізації в ЦСП.

12. Призначення, класифікація та загальна характеристика способів реалізації систем тактової синхронізації в цифрових системах передачі (ЦСП).

13. Принцип реалізації й структурна схема пристрою виділення тактової частоти (ПВТЧ) способом активної та пасивної фільтрації в ЦСП.

14. Класифікація способів об'єднання та розподілу цифрових потоків. Суть позитивного, негативного та двостороннього узгодження при мультиплексуванні цифрових потоків в ЦСП.

15. Синхронна цифрова ієрархія – СЦІ/*SDH*. Причини виникнення її переваги та особливості реалізації, ступені побудови, терміни, швидкості передачі, параметри. Принципи організації ієрархії СЦІ та структур циклів.

16. Призначення, класифікація, основні параметри кабельного лінійного тракту (КЛТ).

17. Спотворення лінійного сигналу на ділянці регенерації кабельного лінійного тракту. Лінійні сигнали кабельного лінійного тракту.

18. Вибір сигналів для кабельного лінійного тракту: код з ЧП, модифікований код з ЧП, блокові коди (алгоритм кодування, переваги та недоліки, порівняльний аналіз енергетичних спектрів).

19. Основні вузли трактів прийому та передачі обладнання кінцевої станції первинної ЦСП з груповим кодеком, функції, особливості застосування і реалізації.

20. Основні вузли трактів прийому та передачі обладнання кінцевої станції первинної ЦСП з каналними кодеками, функції, особливості застосування і реалізації.

21. Основні вузли трактів прийому та передачі обладнання кінцевої станції первинної ЦСП з програмним управлінням, функції, особливості застосування і реалізації.

22. Характеристика формування та параметрів циклу передачі первинного цифрового тракту *E1* кінцевої станції первинної цифрової системи передачі.

23. Характеристика циклу передачі вторинної цифрової системи передачі з ІКМ.

24. Джерела випромінювання оптичного сигналу волоконно-оптичних систем передачі.

25. Фотодетектори оптичного сигналу волоконно-оптичних систем передачі.

26. Структурні схеми передавального та приймального оптичних модулів волоконно-оптичних систем передачі (ВОСП).

27. Особливості побудови волоконно-оптичних лінійних трактів (ВОЛТ) і типи кодів оптичних лінійних сигналів.

28. Основні засади передачі сигналів по лініях. Поясніть основні принципи розрахунків довжини підсилювальної або регенераційної (ретрансляційної) ділянки ВОСП. Вхідні та вихідні дані розрахунку енергетичного балансу ВОСП.

29. Принцип і технологія хвильового мультиплексування, що застосовано в телекомунікаційних транспортних системах

30. Класифікація та особливості побудови телекомунікаційних транспортних систем технологій хвильового мультиплексування.

Перелік питань до комплексного фахового випробування з дисципліни “Телекомунікаційні мережі”

1. Структура багатоканальної лінії зв'язку й призначення її елементів.
2. Види систем комутації телекомунікаційних мереж. Їхня характеристика й особливості функціонування.
3. Типи оперативної комутації на телекомунікаційній мережі. Їхня сутність і порівняльна оцінка.
4. Особливості режиму віртуальних з'єднань і датаграмного режиму передачі інформації і їхня порівняльна оцінка
5. Морфологічний опис телекомунікаційної мережі за допомогою графа. Його параметри. Декомпозиція графа.
6. Моделі шляхів передачі інформації в телекомунікаційній мережі. Залежні й незалежні шляхи.
7. Матрична модель телекомунікаційної мережі. Визначення шляху й перетину в матричній формі.
8. Функціональні моделі телекомунікаційних мереж. Їхнє призначення й особливості.
9. Структура телекомунікаційної мережі й форми її подання.
10. Радіальні й кільцеві елементарні структури. Їхні параметри й основні властивості.
11. Сутність властивостей стаціонарності, ординарності й відсутності післядії стохастичного потоку.
12. Найпростіший потік заявок. Його властивості.
13. Примітивний потік заявок. Його властивості.
14. Навантаження телекомунікаційної мережі, її види й одиниці виміру.
15. Система обслуговування заявок без втрат і очікування і її параметри.
16. Система обслуговування заявок із втратами і її параметри.
17. Система обслуговування заявок з очікуванням і її параметри.
18. Показники якості обслуговування заявок у системах із втратами й очікуванням.
19. Категорійне обслуговування заявок у телекомунікаційних мережах. Цілі, задачі, переваги й недоліки введення категорійного обслуговування.
20. Метод розрахунку числа каналів у гілках телекомунікаційної мережі при повно доступному включенні й надходженні найпростішого потоку заявок.
21. Метод розрахунку числа каналів у гілках телекомунікаційної мережі при повно доступному включенні й надходженні примітивного потоку заявок.

22. Способи групування каналів на телекомунікаційній мережі, їхня сутність і порівняльна оцінка.

23. Пропускна здатність і функціонує навантаження телекомунікаційних мереж. Їхнє співвідношення

24. Надійність і живучість телекомунікаційних мереж. Фактори, що впливають на показники надійності й живучості телекомунікаційних мереж.

25. Оцінка ефективності функціонування телекомунікаційних мереж. Показники ефективності.

26. Порядок розрахунку надійності функціонування телекомунікаційної мережі.

27. Порядок розрахунку каналної ємності гілок телекомунікаційної мережі.

28. Мета й задачі керування на телекомунікаційних мережах.

29. Типи й структури систем керування телекомунікаційними мережами. Їхня порівняльна оцінка.

30. Методи керування телекомунікаційними мережами і їхні характеристики.

31. Коротка історія створення ЦСК. Визначення системи телекомунікацій, лінійного тракту системи передачі, каналу передачі. Поняття одно координатної і багатокординатної комутації. Принципи комутації.

32. Аналоговий, дискретний по рівню (за часом), цифровий сигнали. Розпізнавання двійкових сигналів. Кодування двійкового сигналу з використанням коду HDB3.

33. Імпульсно-кодова модуляція. Дискретизація аналогового сигналу за часом. Квантування сигналу. Компандування (еспандування) сигналу. Цифрова компресія сигналу. Кодування квантованого відліку.

34. Способи розділення каналів між двома пунктами. Принцип часового об'єднання ІКМ сигналів. Характеристики ЦСП ІКМ-30. Структура циклу і надциклу системи ІКМ-30.

35. Плезіохронна ієрархія ЦСП з ІКМ сигналом. Формування ЦСП вищих порядків на основі часового мультиплексування. Метод цифрового вирівнювання.

36. Координати комутації. Розділова ознака, простір ознак, приклади.

37. Загальна схема реалізації Т-ступеня. Режим «послідовний запис - довільне зчитування». Режим «довільний запис - послідовне зчитування».

38. Визначення кількості каналних інтервалів, які можуть бути комутовані Т-ступенем. Т-ступінь, що працює в режимі розділення запису і зчитування, часові діаграми.

39. Просторова комутаційна матриця, приклад роботи. Реалізація комбінаційної частини S-ступеня на електронних компонентах, мультиплексорах і демультиплексорах, програмованих логічних матрицях.

40. Координатний спосіб побудови S/T- ступені. Структурні схеми блоку та плати просторово - часової комутації ЕАТС-200.

41. Кільцеві з'єднувачі. Кільцева S/T- ступінь із затримкою на півперіоду та з відсутністю жорсткої залежності між вибраним для передачі інформації каналним інтервалом в циклі.

42. Принципи побудови цифрових комутаційних полів (ЦКП). Принцип розподіленості системи. Класифікація ЦКП.

43. Цифрові комутаційні поля (ЦКП) першого класу. Алгоритм роботи базової структури. ЦКП другого класу, особливості побудови.

44. Цифрові комутаційні поля другого класу MUX-T-DMUX, MUX-T-S-T-DMUX, принцип їх роботи.

45. Цифрові комутаційні поля другого класу (ЦКП) MUX-T-S-S-T-DMUX. ЦКП третього класу, особливості побудови.

46. ЦКП четвертого класу, структурна схема. Повно доступна і неповно доступна побудова S/T ступеня. Приклади побудови КП на ВІС S/T-ступенях.

47. Кільцеві цифрові КП. Структура багатоланкового КП системи 1ТТ1240, спосіб його розширення.

48. Особливості функціонування і порівняльні характеристики ЦКП. Розділене і неподілене ЦКП. Алгоритми встановлення незалежних сполучних шляхів в неподіленому ЦКП.

49. Типи стиків цифрових АТС. Аналоговий абонентський стик. Функції BORSCHT. Включення АЛ в систему ЕАТС 200 (структурна схема плати SLU16С). Включення АЛ в цифрові АТС АХЕ-10, D 70.

50. Цифровий абонентський стик. Чотирьохпроводова система. Двохпроводова система з часовим розділенням напрямів передачі. Двохпроводова система з адаптивними ехокомпенсаторами.

51. Абонентський стик ISDN. Інтерфейси типу U0, Uk2, відмінність між ними. Приклади підключень в мережі ISDN.

52. Мережеві стики цифрових АТС. Стик з ЦСП. Стик з аналоговими з'єднувальними лініями і системами. Стик з мережею доступу. Інтерфейси V5.1, V5.2 . Стик з мережею TMN.

53. Цифрова комутаційна система EWSD. Технічні характеристики. Структурна схема, призначення елементів.

54. Цифрова комутаційна система Alcatel 1000 S12. Технічні характеристики. Структурна схема, призначення елементів.

55. Цифрова комутаційна система SI-2000. Технічні характеристики. Структурна схема, призначення елементів.

56. Принципи побудови й функціонування концентраторів. Структурна схема концентратора МТ 20/25, концентратора KN 1000.

57. Особливості використання концентраторів.

58. Принципи сигналізації в цифрових АТС.

59. Принципи синхронізації в цифрових АТС.

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Комплексне фахове випробування проводиться згідно затвердженого розкладу в аудиторії інституту протягом не більше 4-х академічних годин (180хв.), без перерви.

Під час проведення комплексного фахового випробування та відповіді на питання білету користування допоміжними матеріалами (довідники, прилади, тощо) заборонено.

Приклад екзаменаційного білета комплексного фахового випробування

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”
Навчально-науковий інститут телекомунікаційних систем
кафедра інформаційно-комунікаційних технологій та систем**

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

Освітньо-професійна програма Системи електронних комунікацій та Інтернету речей

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № ___

1. Часове й спектральне подання сигналів. Узагальнений ряд Фур'є. Фізичний зміст. Область використання.
2. Частотний розподіл використання електричних та оптичних кабельних ліній передачі. Класифікація кабельних ліній передачі.
3. Телекомунікаційна транспортна (первинна) мережа (ТТМ) як система ліній передачі, мережевих вузлів і станцій. Ієрархічна структура ТТМ.
4. Структура багатоканальної лінії зв'язку й призначення її елементів.
5. Принципи синхронізації в цифрових АТС.

Затверджено на засіданні кафедри телекомунікаційних систем
Протокол № __ від “__” _____ 2022 р.

В.о. зав. кафедри

Валерій ПРАВИЛО

Критерії оцінювання відповідей комплексного фахового випробування для вступу на освітню програму підготовки магістра “Системи електронних комунікацій та Інтернету речей” за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

На комплексному фаховому випробуванні вступник отримує екзаменаційний білет, який включає п'ять питань з переліку зазначених вище тем і розділів навчальних дисциплін.

Відповідь на кожне питання оцінюється за 100-бальною шкалою:

- повна відповідь з виводами формул, схемами, поясненнями, прикладами, розрахунками (не менше 95% потрібної інформації) – 100...95 балів;
- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 85% потрібної інформації) – 94...85 балів;
- повна принципово правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів, розрахунків (не менше 75% потрібної інформації) – 84...75

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи теорії телекомунікацій: підручник / О.В. Корнейко, О.В. Кувшинов, О.П. Лежнюк [та ін.] ; за заг. ред. М.Ю. Ільченка. – К.: Вид-во ІСЗІ НТУУ «КПІ», 2010. – 788 с. : іл.
2. Бірюков М.Л., Стеклов В.К., Костік Б.Я. Транспортні мережі телекомунікацій, системи мультиплексування. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За ред. Стеклова В.К., - К.: Техніка, 2005р. – 312с.
3. Воробієнко П.П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: підруч. [для вищ. навч. закл.] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: СММІТ-КНИГА, 2010. – 640 с.
4. Дузь В.И. Системы коммутации и распределения информации. Модуль 2: Учеб. пособ. / Дузь В.И., Соловская И.Н. – Одесса: ОНАС им. А.С. Попова, 2013. – 168 с.
5. Максимов В.В. Структурний аналіз мереж зв'язку: Навч.-метод. посібник. – 2-е вид., переробл. – К.: ІВЦ "Видавництво "Політехніка", 2004. – 60 с.
6. Максимов В.В., Дроздович Н.Ю., Вадаська С.В. Digital electronic switching system EWSD / Навч. посібник. - К.: ТОВ «Формула», 2006. - 276 с., іл.
7. Романов А.И. Телекоммуникационные сети и управление. Уч. пос. – К., ИПЦ „Киевский университет”, 2003. – 247 с.
8. Стеклов В.К., Кільчицький Э.В. Основи управління мережами та послугами телекомунікацій. – К., Техніка, 2002. – 407 с.
9. Йоргачев Д.В., Бондаренко О.В. Волоконно-оптические кабели и линии связи. М.: Эко-Трендз, 2002, 282с.
10. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. М.: Эко-Трендз, 2001, 265с.
11. Цифровые и аналоговые системы передачи (под рук. Иванова), М.: Горячая линия – Телеком, 2003. Учебник для вузов – 232с.
12. Шмалько А.В. Цифровые сети связи, М.: Эко-Трендз, 2001г., 282с.
13. Гольдштейн Б.С. Системы коммутации: Учебник для ВУЗов, 2-е изд. – СПб, БХВ – Санкт-Петербург, 2004. – 314 с.
14. Баркун М.А., Ходасевич О.Р. Цифровые системы синхронной коммутации. – М., Эко-Трендз, 2001. – 187 с.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

Професор кафедри ІКТС _____ Леонід УРИВСЬКИЙ

Професор кафедри ІКТС _____ Олександр ТРУБІН

Доцент кафедри ІКТС _____ Олег БЕРДНІКОВ

Доцент кафедри ІКТС _____ Володимир МАКСИМОВ