

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра інформаційно-комунікаційних технологій ім.
О.О. Зеленського (№ 504)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Ірина ВАСИЛЬЄВА

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

28.08. 2025 р.

СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Основи теорії кіл»

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Інжиніринг і програмування інфокомунікаційних систем»

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: ХУТОРНЕНКО Сергій, доцент, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище)

(підпис)



Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри №504
інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського
(назва кафедри)

Протокол № 1 від 28 серпня 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Володимир ЛУКІН
(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:



(підпис)

Олександра ІЛЕЙКО
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Хуторненко Сергій Володимирович

Посада: доцент

Науковий ступінь: к.т.н.

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає: Основи теорії кіл, програмно конфігуровані пристрої і радіосистеми

Напрями наукових досліджень: Генерування, формування сигналів

Контактна інформація: s.khutornenko@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	1,2-й
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	8 кредитів ЄКТС / 240 годин (112 аудиторних, з яких: лекції – 48, практичні – 32; лабораторні – 32; СРЗ – 128)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, розрахункова робота 1, 2 семестр, семестровий контроль – іспит 1, 2 семестр
Пререквізити	Математика, фізика

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – забезпечити системний підхід до головних положень теорії електричних кіл у студентів вищого навчального закладу, сформувати знання про фізичні та експлуатаційні властивості роботи функціональних блоків електронної апаратури, засвоїти методи застосування часових та спектральних моделей для аналізу перетворення сигналів у різного роду електричних ланцюгах.

Завдання – вивчення основних методів аналізу лінійних стаціонарних моделей електричних кіл у часовій та частотній площині; основи теорії процесів в електричних колах; основних методів аналізу чутливості систем та ланцюгів; різновидів процесів над сигналами у лінійних та нелінійних колах, процесів-носіїв, тощо; базових засад загальної теорії обробки сигналів; методів аналізу основних типів радіотехнічних сигналів.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі інформаційних та комунікаційних засобів та технологій, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК8. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК13. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчинності.

Спеціальні компетентності:

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

СК3. Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.

СК6. Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

СК10. Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, дослідну перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки.

СК15. Здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування.

Програмні результати навчання:

ПРН1 – Знання теорій та методів фундаментальних та загально-інженерних наук в об'ємі необхідному для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності.

ПРН3 – Вміння застосовувати знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, обчислювальної та мікропроцесорної техніки та програмування, програмних засобів для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності.

4. Зміст навчальної дисципліни

Осінній семестр

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Основні визначення теорії електричних кіл

Тема 1. Основні поняття та визначення навчальної дисципліни.

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Основні етапи розвитку, короткий історичний огляд. Характеристики електричного колу: електричний струм, електрорушійна сила, напруга, потужність. Одиниці виміру. Основні елементи електричних кіл. Еквівалентні перетворення в електричних ланцюгах. Активні та пасивні елементи ланцюга, основні закони електричного кола. Ідеалізовані активні елементи схеми: генератори напруги та струму. Поняття електричної схеми, вузол, вітка, контур. Паралельне та послідовне з'єднання елементів, розрахунок еквівалентного опору. Подільники струму та напруги, основні розрахункові формули. Основні закони електричних кіл: Ому, Кірхгофа, Джоуля-Ленца.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 2. Сигнали та їх основні параметри у електричному лінійному колі.

Періодичні та неперіодичні сигнали. Аналогові та імпульсні сигнали. Цифровий сигнал. Еквівалентність аналогового та дискретного зображення сигналів (теорема відліків). Основні параметри періодичних сигналів: «геометричні» (період, частота, амплітуда, тривалість імпульсу, шпаруватість, коефіцієнт заповнення), енергетичні (миттєва потужність, енергія, середня потужність), постійна складова. Спектр періодичного сигналу. Поняття ортогонального базису. Параметри одиночного імпульсу. Розкладення періодичної несінусоїдальної функції у ряд Фур'є.

Практична робота: Комп'ютерне моделювання лінійного електричного кола постійного струму.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних завдань, підготовка до модульних контрольних робіт

Модульний контроль 1

Змістовий модуль 2. Електричне лінійне коло і методи його розрахунку.

Тема 3. Електричне лінійне коло постійного струму і методи його розрахунку.

Електричне коло постійного струму. Перетворення електричних кіл. Методи розрахунків: на основі законів Кірхгофа, контурних струмів, вузлових напруг, вузлових потенціалів, суперпозиції, еквівалентного генератора, принцип взаємності, баланс потужностей. Вирішення задач.

Практичні роботи: 1. Розрахунок лінійного електричного кола постійного струму. Закони Кірхгофа, метод контурних струмів. 2. Розрахунок лінійного електричного кола постійного струму методом вузлових напруг.

Лабораторна робота: Дослідження лінійного електричного кола постійного струму.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних завдань, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 4. Електричне лінійне коло однофазного змінного струму і методи його розрахунку.

Електричне коло змінного струму, основні співвідношення. Значення змінних струмів і напруг. Представлення змінних токів і напруг комплексними числами. Метод комплексних амплітуд. Векторні діаграми напруга – струм. З'єднання RLC – елементів. Баланс потужностей. Методи розрахунків.

Практичні роботи: 1. Розрахунок лінійного електричного кола при гармонійному режимі. Імпеданс. 2. Розрахунок лінійного електричного кола при гармонійному режимі методом контурних струмів.

Лабораторна робота: Дослідження процесів у лінійних електричних колах при їх збудженні гармонійним сигналом

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних завдань, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 5. Електричне лінійне коло однофазного змінного струму з індуктивно пов'язаними елементами і методи його розрахунку.

Основні співвідношення. Методи розрахунків. З'єднання елементів. Трансформатор без стрижня. Вирішення задач.

Практичні роботи: Розрахунок електричного кола гармонійного струму з індуктивно зв'язаними елементами.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних завдань.

Тема 6. RC-коло при імпульсному збудженні.

Основні властивості RC-кола у режимі перемикання. Аналіз перехідного процесу розряду ємності: диференційне рівняння, епюри струмів та напруг. Аналіз перехідного процесу заряду ємності: диференційне рівняння, епюри струмів та напруг. Особливості перехідного процесу, його параметри: стала часу, тривалість процесу (формули розрахунку). Диференціюючи та інтегруючи кола. Ідеальні та реальні кола. Математичний опис та фізичні процеси при обробці прямокутного імпульсу. Ефекти скорочення та розширення імпульсу.

Лабораторна робота: Дослідження процесів передачі прямокутних імпульсів крізь RC-ланцюг

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт.

Модульний контроль 2

Змістовий модуль 3. Електричні контура і фільтри.

Тема 8. Резонанс у електричних контурах.

Класифікація, основні характеристики електричних контурів. Послідовний та паралельний контура. Зв'язані контура.

Практичні роботи: Коливальні контури.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних завдань.

Тема 9. Електричні фільтри.

Основні поняття о електричних фільтрах. Параметри електричних фільтрів.

Практичні роботи: Розрахунок пасивних фільтрів.

Лабораторна робота: Дослідження вибіркокових властивостей лінійних кіл

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних завдань, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт.

Модульний контроль 3

Модуль 2.

Індивідуальне завдання – розрахункова робота.

Весняний семестр

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Чотириполюсники та активні фільтри

Тема 1. Чотирьохполюсники.

Пасивні та активні чотирьохполюсники. Параметри чотирьохполюсників. Критерії активності чотириполюсників. Односторонні джерела, що керуються. Двосторонні чотириполюсники із внутрішнім зворотнім зв'язком. Конвертор та інвертор опорів. Зворотній зв'язок. Види зворотного зв'язку. Вплив зворотного зв'язку на параметри активного лінійного кола. Стійкість активного лінійного кола із зовнішнім зворотним зв'язком. Критерії визначення стійкості активного лінійного кола. Критерій Михайлова – Гурвіца. Критерій Найквіста.

Практичні роботи: 1. Розрахунок параметрів чотирьохполюсника.

2. Синтез чотирьохполюсників.

Лабораторні роботи: 1. Експериментальне визначення А-параметрів 4-полюсника. 2. Дослідження впливу зворотного зв'язку на параметри активного чотирьохполюсника.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних завдань, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 2. Активні фільтри.

Основні визначення фільтрів. Ідеалізовані характеристики. Задачі теорії фільтрації. Параметри, що задають якість фільтрації. Умова прозорості фільтра. Визначення граничних частот полоси прозорості. Частотні характеристики фільтрів. Синтез аналогових фільтрів. Фільтри Батерворту, Чебешива, пасивні LC-фільтри. Порядок розрахунку поліноміальних LC-фільтрів табличним методом.

Практичні роботи: Розрахунок активних фільтрів.

Лабораторна робота: Дослідження активних фільтрів.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних завдань, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт

Модульний контроль 1

Змістовий модуль 2. Перехідні процеси у електричному колі.

Тема 3. Аналіз перехідних процесів у електричному лінійному колі.

Виникнення перехідних процесів, закони комутації. Методи розрахунку електричного кола при комутації: класичний, накладання (інтеграл Дюамеля), операторний. Перехідні процеси у RLC ланцюгах. Вирішення задач.

Практичні роботи: 1. Перехідні процеси у RLC ланцюгах. Класичний і операторний методи. 2. Вирішення задач операторним методом при ненульових початкових умовах. 3. Метод інтеграла Дюамеля.

Лабораторна робота: Дослідження перехідних процесів у RLC ланцюгах.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних завдань, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт

Модульний контроль 2

Змістовий модуль 3. Нелінійні та розподілені електричні кола.

Тема 4. Нелінійні електричні кола та методи їх розрахунку.

Основні положення в нелінійних колах, нелінійні елементи та кола, види вольт-амперних характеристик. Методи розрахунку нелінійних електричних кіл. Нелінійні кола змінного струму. Режими розрахунку триполюсників для постійних і змінних складових напруги та струму.

Практичні роботи: Розрахунок нелінійного електричного кола.

Лабораторна робота: Дослідження формування гармонік в активному нелінійному електричному колі.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних завдань, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 5. Формування сигналів у нелінійному електричному колі.

Формування амплітудної модуляції. Детектування сигналу з амплітудною модуляцією.

Лабораторні роботи: 1. Дослідження явища амплітудної модуляції в активному нелінійному електричному колі. 2. Дослідження явища

амплітудної демодуляції в активному нелінійному електричному колі

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 6. Електричне коло з розподіленими параметрами та їх математичний опис.

Рівняння однорідної лінії передачі, телеграфне рівняння, рівняння Гельмгольца. Режим бігучих хвиль. Вторинні хвильові параметри однорідної лінії. Режим стоячих хвиль, розімкнута лінія, короткозамкнена лінія, лінія навантажена на реактивний опір.

Практичні роботи: Розрахунок електричного кола з розподіленими параметрами

Лабораторна робота: Дослідження процесів у розподілених електричних колах

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних завдань, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовка до модульних контрольних робіт

Модульний контроль 3

Модуль 2

Індивідуальне завдання – розрахункова робота.

5. Індивідуальні завдання

1 семестр – розрахункова робота 1 «Лінійні електричні кола під дією постійного і гармонійного струму». Задача 1. Розрахунок лінійних електричних кіл постійного струму. Задача 2. Розрахунок лінійних електричних кіл при гармонійному режимі. Задача 3. Електричне коло гармонійного струму з індуктивно зв'язаними елементами.

2 семестр – розрахункова робота 2 «Чотирьохполюсники та перехідні комутаційні процеси». Задача 1. Чотирьохполюсники. Задача 2. Операторний метод з нульовими початковими умовами. Задача 3. Операторний метод з не нульовими початковими умовами

6. Методи навчання

- 1) створення ситуації зацікавленості;
- 2) пояснювально-ілюстративний;
- 3) словесний (розповідь, лекція, бесіда, пояснення);
- 4) наочний (ілюстрація, демонстрація);
- 5) практичний (вправи).

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Осінній семестр			
Модуль 1			
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	2	0...1
Виконання і захист практичних робіт	0...2	1	0...2
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Виконання і захист практичних робіт	0...2	5	0...10
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	3	0...12
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...0,5	2	0...1
Виконання і захист практичних робіт	0...2	2	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	0...4	1	0...4
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Усього			0...68
Модуль 2			
Індивідуальне завдання	0...32	1	0...32
Усього за 1 семестр			0...100
Весняний семестр			
Модуль 1			
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	5	0...2,5
Виконання і захист практичних робіт	0...2	3	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	0...2	3	0...6
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	5	0...2,5
Виконання і захист практичних робіт	0...2	3	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	0...2	1	0...2
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...0,5	2	0...1
Виконання і захист	0...2	2	0...4

практичних робіт			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...2	4	0...8
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Усього			0...68
Модуль 2			
Індивідуальне завдання	0...32	1	0...32
Усього за 2 семестр			0...100

Семестровий контроль (*іспит*) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до *іспиту*. Під час складання семестрового *іспиту* здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається із 2 практичних завдань. Максимальна кількість балів за одне завдання – 50.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи, здати тестування.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, здати тестування. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Відмінно (90-100). Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Мати уявлення про традиційні методи аналогової модуляції і методи прийому неперервних сигналів; структурні схеми і основні характеристики таких систем передачі інформації, як системи стільникового зв'язку, системи аналогового і цифрового телебачення; сучасні тенденції розвитку цифрових систем передачі інформації. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно».

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних та лабораторних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні та лабораторні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій

консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Основи теорії кіл" для бакалаврів / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" ; розроб. С. В. Хуторненко. - Харків, 2019. - 293 с. - http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/___1033Osnovi2.pdf .

2. Зряхов М.С. Основи теорії кіл : навч. посіб. до лаб. робіт / М. С. Зряхов, К. М. Нежальська, О. І. Бей ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2018. - 48 с.

3. Основи теорії кіл : Методичні рекомендації до виконання розрахункової роботи / І. К. Васильєва, С. В. Хуторненко ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2021. - 40 с.

11. Рекомендована література

Базова

1. Теорія електричних кіл і сигналів [Текст] : навч. посіб. / О. В. Осадчук, О. С. Звягін ; Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2016 . Ч. 1. - 2016. - 155 с. : рис. - Бібліогр.: с. 155.

2. Теорія електричних кіл для системотехніків [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. Г. Дейбук ; Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. - Чернівці : Рута, 2011. - 320 с. : рис., табл. - (Комп'ютерна інженерія). - Бібліогр.: с. 319.

Допоміжна

1. Теорія електричних і магнітних кіл: Підручник / С. В. Панченко, О. М. Ананьєва, М. М. Бабаєв та ін. – 2-ге вид., випр. та допов. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 246 с.

12. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k504.khai.edu>

Сайт бібліотеки Національного аерокосмічного університету ім. М.Є.

Жуковського «Харківський авіаційний інститут» [Електронний ресурс] /

Режим доступу: <https://library.khai.edu>

Міжнародний союз електрозв'язку [Електронний ресурс] / Режим доступу: www.itu.int