

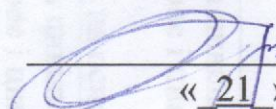
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

БАКАЛАВР

Кафедра опору матеріалів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан будівельного факультету

 Г.М. Іванченко
« 21 » червня 2023 року



РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ **ДОВІДОК**

Опір матеріалів з основами теорії пружності

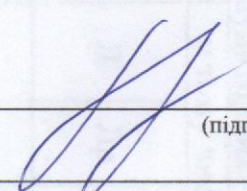
(назва освітньої компоненти)

шифр	назва спеціальності, освітньої програми
192	Будівництво та цивільна інженерія ОП «Промислове і цивільне будівництво»

Розробник(и):

Григор'єва Л.О., к.ф.-м.н., доцент

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)


(підпис)

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)

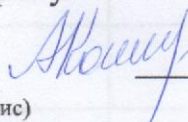
(підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Опору матеріалів

Протокол № 8 від "25" травня 2023 року

Завідувач кафедри ОМ

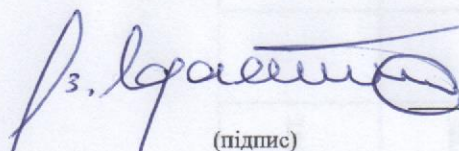
(підпис)

 Кошевий О.П.
(прізвище та ініціали)

Схвалено гарантом освітньої програми: Промислове і цивільне будівництво

Гарант ОП

(підпис)

 Адаменко В.М.
(прізвище та ініціали)

Розглянуто на засіданні науково-методичної комісії спеціальності
протокол № 8 від "21" червня 2023 року

ВИТЯГ З РОБОЧОГО РОБОЧОГО НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ

шифр		Форма навчання: очна										Форма контролю	Семестр	Відмітка про погоджен ня заступник ом декана факультет у	
	Назва спеціальності, освітньої програми	Кредитів на сем.	Обсяг годин						Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	Разом	аудиторних			СРС							
					у тому числі				КП	КР	РГР				кнр
					Л	Лр	Пз								
192	Будівництво та цивільна інженерія ОП «Промислове і цивільне будівництво» ПЦБ-22 (вступ на основі ПЗСО)	6	180	60	28	8	24	120			4		зал	4	
192	Будівництво та цивільна інженерія ОП «Промислове і цивільне будівництво» ПЦБс-23 (на основі МБ та МС)	6	180	60	28	8	24	120			4		зал	2	

шифр		Форма навчання: заочна										Форма контролю	Семестр	Відмітка про погодження заступником декана факультету	
	Назва спеціальності, освітньої програми	Кредитів на сем.	Обсяг годин						Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	Разом	аудиторних у тому числі			СРС							
					Л	Лр	Пз		КП	КР	РГР				кнр
192	Будівництво та цивільна інженерія ОП «Промислове і цивільне будівництво» зПЦБс-23 (на основі МБтаМС)	6	180	36	18	8	10	144			4		зал	2	

Мета та завдання освітньої компоненти

Мета освітньої компоненти "Опір матеріалів з основами теорії пружності" – надати студентам теоретичні і практичні навички аналізу напружено-деформованого стану елементів конструкції, опрацювати базові методи розрахунку конструктивних елементів.

Завдання освітньої компоненти – сформувати у студентів інженерне мислення, привити теоретичні і практичні навички аналізу напружено-деформованого стану елементів конструкції, закласти основу для наступних фахових інженерних дисциплін.

Освітня компонента «Опір матеріалів з основами теорії пружності» викладається на базі знань з фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін: «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка», «Опір матеріалів».

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:** теоретичні основи розрахунку та проектування елементів конструкцій при компонуванні різних факторів навантажень;

вміти:

- Розраховувати внутрішні зусилля, напруження та переміщення, що виникають в елементах конструкцій при складному опорі;
- Розкривати статичну невизначуваність нерозрізних балок методом сил та за допомогою рівняння трьох моментів;
- Верифікувати отримані результати за допомогою комп'ютерної програми Ліра-САПР;
- розраховувати допустиме та граничне навантаження для конструкції;
- проводити розрахунок на стійкість для стиснутих та стиснуто-зігнутих елементів.

Електронне навчально-методичне забезпечення дисципліни розміщено на Освітньому сайті КНУБА <https://org2.knuba.edu.ua/course/view.php?id=2036>

**Компетентності здобувачів освітньої програми, що формуються
в результаті засвоєння освітньої компоненти**

Інтегральна компетентність (ІК)	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі будівництва та цивільної інженерії.
Загальні компетентності (ЗК)	ЗК02. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності. ЗК10. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.
Спеціальні Компетентності (СК)	СК01. Здатність використовувати концептуальні наукові та практичні знання з математики, хімії та фізики для розв'язання складних практичних проблем в галузі будівництва та цивільної інженерії. СК03. Здатність проєктувати будівельні конструкції, будівлі, споруди та інженерні мережі, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці.

Програмні результати навчання здобувачів освітньої програми, що формуються в результаті засвоєння освітньої компоненти

Програмні результати навчання	Посилання на компетентності
РН01. Застосовувати основні теорії, методи та принципи математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук, сучасні моделі, методи та програмні засоби підтримки прийняття рішень для розв’язання складних задач будівництва та цивільної інженерії.	ІК ЗК10 СК01
РН02. Брати участь у дослідженнях та розробках у сфері архітектури та будівництва.	ІК ЗК02 СК01
РН08. Раціонально застосовувати сучасні будівельні матеріали, вироби та конструкції на основі знань про їх технічні характеристики та технологію виготовлення.	ІК СК01 СК03
РН09. Проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди, інженерні мережі та технологічні процеси будівельного виробництва, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації, часових та інших обмежень, у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці.	ІК СК03

Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1. Змістовий модуль 1. Складний опір.

Лекції

Лекція 1. Складний опір. Формула для нормальних напружень. Косий згин: визначення положення нейтральної осі, напруження та переміщення. Підбір перерізу.

Лекція 2. Позацентровий стиск (розтяг): визначення положення нейтральної осі, ядро перерізу, напруження. Згин з крученням: визначення еквівалентних напружень за різними теоріями міцності. Підбір перерізу.

Лекція 3. Граничний стан. Концентрація напружень. Повзучість, релаксація, вплив температури. Втома матеріалів, запас міцності. Новітні теорії міцності.

Практичні заняття

Практичне заняття 1. Розрахунок балок на косий згин.

Практичне заняття 2. Розрахунок колон на позацентровий стиск.

Практичне заняття 3. Розрахунок стержнів на згин з крученням.

Практичне заняття 4. Розрахунок стержневих конструкцій за першим граничним станом.

Лабораторні заняття

Лабораторна робота №1. Експериментальне дослідження характеру деформування балки при косому згині.

Лабораторна робота №2. Експериментальне дослідження позацентрово-розтягнутого стержня.

Розрахунково-графічна робота №1. Складний опір.

Задача 1. Розрахунок балки на косий згин.

Задано розрахункову схему дерев'яної балки прямокутного поперечного перерізу, лінійні розміри та величини навантажень, прикладених в різних площинах, співвідношення довжин сторін для перерізу, величина допустимого напруження та допустиме значення відносного прогину. Потрібно підібрати розміри поперечного перерізу балки, побудувати епюру

нормальних напружень в небезпечному перерізі, перевірити жорсткість балки.

Задача 2. Розрахунок колони на позацентровий стиск.

Задано висоту та поперечний переріз короткої кам'яної колони, об'ємна вага матеріалу колони, точка прикладення стискаючої сили, величини допустимих напружень на стиск і на розтяг. Потрібно визначити допустиму величину сили, побудувати епюри напружень для верхнього та нижнього перерізів колони.

Змістовий модуль 2. Статично-невизначувані системи

Лекції

Лекція 4. Поняття статичної невизначуваності. Ступінь статичної невизначуваності. Статично невизначувані системи при розтяганні та крученні.

Лекція 5. Метод сил. Канонічні рівняння методу сил. Застосування методу сил для статично-невизначуваних стержнів та рам. Побудова дійсних епюр зусиль в статично-невизначуваних системах.

Лекція 6. Рівняння трьох моментів для нерозрізних балок. Визначення напружень та переміщень. Контроль правильності розв'язку статично-невизначуваної системи. Розкриття статичної невизначуваності при температурних навантаженнях та осіданні опор.

Лекція 7. Згин балки на пружній основі. Аналітичний розв'язок рівнянь балки на пружній основі. Побудова епюр внутрішніх зусиль та переміщень балки на пружній основі.

Практичні заняття

Практичне заняття 5. Статично невизначувані стержневі системи в стані розтягу-стиску.

Практичне заняття 6. Метод сил. Розкриття статичної невизначуваності для нерозрізних балок.

Практичне заняття 7. Розрахунок нерозрізних балок за допомогою рівняння 3-х моментів. Кінематична перевірка.

Лабораторні заняття

Лабораторна робота №3. Експериментальне дослідження характеру роботи статично-невизначуваної балки.

Розрахунково-графічна робота №2.

Розрахунок статично-невизначуваних стержневих систем.

Задача 1. Розрахунок статично-невизначуваної стержневої системи

Задано розрахункову схему стержневої системи, лінійні розміри та

навантаження. Потрібно розкрити статичну невизначуваність за допомогою рівняння сумісності деформацій. Розрахувати внутрішні зусилля від температури та осадки опори. Провести перевірочний розрахунок в ПК Ліра.

Задача 2. Розрахунок нерозрізної балки методом сил та за допомогою рівняння трьох моментів.

Задано розрахункову схему балки, лінійні розміри та величини навантажень. Потрібно розкрити статичну невизначуваність методом сил та за допомогою рівняння трьох моментів, побудувати дійсні епюри внутрішніх зусиль, підібрати переріз з прокатного двотавру, визначити переміщення заданої точки. Провести перевірочний розрахунок в ПК Ліра.

Змістовий модуль 3.

**Стійкість стиснутих стержнів. Поздовжньо-поперечний згин стержня.
Лекції**

Лекція 8. Стійка та нестійка пружна рівновага. Критична сила. Гнучкість. Формула Ейлера. Умова стійкості

Лекція 9. Вплив умов закріплення стержня на величину критичної сили. Формула Ясинського для визначення критичних напружень. Поздовжній згин. Розрахунок на стійкість за допомогою коефіцієнтів поздовжнього згину. Підбір перерізу.

Лекція 10. Поздовжньо-поперечний згин. Загальні поняття. Диференціальне рівняння рівноваги. Наближений метод розрахунку стиснуто-зігнутих стержнів. Приклад розрахунку.

Лекція 11. Розрахунок на ударні навантаження. Визначення коефіцієнта динамічності. Поздовжній, згинальний, крутний удар.

Практичні заняття

Практичне заняття 8. Визначення критичного та допустимого навантаження для стиснутих стержнів. Підбір перерізів стиснутих стержнів при розрахунку на стійкість методом послідовних наближень. Перевірка міцності.

Практичне заняття 9. Розрахунок стиснуто-зігнутих стержнів методом початкових параметрів. Наближений метод розрахунку стиснуто-зігнутих стержнів.

Практичне заняття 10. Розрахунок на ударні навантаження. Визначення зусиль та переміщень в балці на пружній основі методом початкових параметрів.

Лабораторні заняття

Лабораторна робота №4. Експериментальне дослідження поздовжнього згину стержня.

Розрахунково-графічна робота №3.

Стійкість стиснутих стержнів

Задача 1. Підбір перерізу стиснутого стержня при розрахунку на стійкість.

Задано розрахункову схему стержня та форма поперечного перерізу, довжина стержня та величина навантаження, матеріал стержня. Потрібно підібрати розміри поперечного перерізу стержня, визначити критичну силу і коефіцієнт запасу.

Задача 2. Визначення допустимої сили для стиснутого стержня при розрахунку на стійкість.

Задано розрахункову схему та довжину стержня, схему та розміри поперечного перерізу, матеріал стержня. Потрібно визначити допустиме навантаження на стержень, критичну силу і коефіцієнт запасу.

Задача 3. Розрахунок стиснуто-зігнутих стержнів.

Задано розрахункову схему стержня, лінійні розміри та величини навантажень, форму поперечного перерізу, поздовжнє і поперечне навантаження. Потрібно визначити максимальні нормальні напруження, що виникають в стержні.

Змістовий модуль 4.

Основи теорії пружності

Лекція 12. Теорія напружень та деформацій. Кульовий тензор та девіатор тензора напружень. Оцінка типу напруженого стану за девіатором напружень. Кола Мора та еліпсоїд Ляме.

Лекція 13. Плоска задача теорії пружності. Постановка задачі, граничні умови, закон Гука, визначення напружень та переміщень.

Лекція 14. Основні поняття теорії пластин та оболонок. Безмоментний напружений стан. Розрахунок резервуара.

Практичні заняття

Практичне заняття 11. Тензор напружень. Визначення головних напружень для просторового напруженого стану.

Практичне заняття 12. Розрахунок резервуара під дією внутрішнього тиску та рідини.

Розрахунково-графічна робота №4.

Розрахунок вісесиметричних тіл

Задача 1. Напружено-деформований стан в точці.

За заданим тензором напружень визначити тензор деформацій, знайти головні напруження, визначити еквівалентні напруження за Мізесом.

Задача 2. Розрахунок резервуара

Задано розрахункову схему резервуара, навантаження, матеріал, зовнішнє навантаження. Потрібно визначити напруження в стінці резервуара,

оцінити міцність за теорією Генкі-Мізеса при навантаженні тиском та рідиною всередині.

Методи контролю та оцінювання знань студентів

Загальне оцінювання здійснюється через вимірювання результатів навчання у формі проміжного (модульного) та підсумкового контролю (іспит, захист РГР тощо) відповідно до вимог зовнішньої та внутрішньої системи забезпечення якості вищої освіти.

Розподіл балів, які отримують студенти

Модуль 1							
Модульний контроль, ЗМ		РГР				Підсумковий тест (залік)	Сума балів
1, 2	3,4	1	2	3	4		
10	10	15	15	15	15	20	100

Шкала оцінювання балів за модульний контроль

Оцінка	Бали у модуль 1
A	10
B	9
C	8
D	7
E	6

Шкала оцінювання балів за РГР

Оцінка	Бали у модуль 1
A	15
B	13
C	11
D	9
E	8

Шкала оцінювання балів за підсумковий тест (залік)

Оцінка	Бали у модуль 1
A	20
B	18
C	16
D	14
E	12

Політика щодо академічної доброчесності

Списування під час тестування та інших опитувань, які проводяться у письмовій формі, заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). У разі виявлення фактів списування з боку здобувача він отримує інше завдання. У разі повторного виявлення призначається додаткове заняття для проходження тестування.

Політика щодо відвідування

Здобувач, який пропустив аудиторне заняття з поважних причин, має продемонструвати викладачу та надати до деканату факультету документ, який засвідчує ці причини.

За об'єктивних причин (хвороба, міжнародне стажування, наукова та науково-практична конференція (круглий стіл) тощо) навчання може відбуватись в онлайн формі за погодженням із керівником курсу.

Пропущені заняття відпрацьовуються шляхом перегляду відеозаписів лекцій та представлення викладачу власного конспекту лекцій.

Методи контролю

Основні форми участі Здобувачів у навчальному процесі, що підлягають поточному контролю: виступ на практичних заняттях; доповнення, опонування до виступу, рецензія на виступ; участь у дискусіях; аналіз першоджерел; письмові завдання (тестові, індивідуальні роботи у формі рефератів); та інші письмові роботи, оформлені відповідно до вимог. Кожна тема курсу, що винесена на лекційні та практичні заняття, відпрацьовується Здобувачами у тій чи іншій формі, наведеній вище. Обов'язкова присутність на лекційних заняттях, активність впродовж семестру, відвідування/відпрацювання усіх аудиторних занять, виконання інших видів робіт, передбачених навчальним планом з цієї дисципліни.

При оцінюванні рівня знань Здобувача аналізу підлягають:

- характеристики відповіді: цілісність, повнота, логічність, обґрунтованість, правильність;
- якість знань (ступінь засвоєння фактичного матеріалу): осмисленість, глибина, гнучкість, дієвість, системність, узагальненість, міцність;
- ступінь сформованості вміння поєднувати теорію і практику під час розгляду ситуацій, практичних завдань;
- рівень володіння розумовими операціями: вміння аналізувати, синтезувати, порівнювати, абстрагувати, узагальнювати, робити висновки з проблем, що розглядаються;
- досвід творчої діяльності: вміння виявляти проблеми, розв'язувати їх, формувати гіпотези;
- самостійна робота: робота з навчально-методичною, науковою, допоміжною вітчизняною та зарубіжною літературою з питань, що розглядаються, вміння отримувати інформацію з різноманітних джерел (традиційних; спеціальних періодичних видань, ЗМІ, Internet тощо).

Тестове опитування може проводитись за одним або кількома змістовими модулями. В останньому випадку бали, які нараховуються Здобувачу за відповіді на тестові питання, поділяються між змістовими модулями.

Рекомендована література наведена у цій робочій програмі, а в електронному вигляді вона розміщена на Освітньому сайті КНУБА, на сторінці кафедри.

Текст індивідуального завдання подається викладачу не пізніше, ніж за 2 тижні до початку залікової сесії. Викладач має право вимагати від Здобувача доопрацювання індивідуального завдання, якщо воно не відповідає встановленим вимогам.

Результати поточного контролю заносяться до журналу обліку роботи. Позитивна оцінка поточної успішності Здобувачів за відсутності пропущених та невідпрацьованих практичних занять та позитивні оцінки за індивідуальну роботу є підставою для допуску до підсумкової форми контролю. Бали за аудиторну роботу відпрацьовуються у разі пропусків.

Підсумковий контроль здійснюється під час проведення залікової сесії з урахуванням підсумків поточного та модульного контролю. Під час семестрового контролю враховуються результати здачі усіх видів навчальної роботи згідно зі структурою кредитів.

Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.

Умови допуску до підсумкового контролю

Умовою допуску до здачі іспиту є проходження модульного контролю за змістовими модулями 1, 2, 3, виконання розрахунково-графічних робіт та відвідування лекційних занять. З поважної причини (хвороба чи інші обставини непереборної сили) відвідування лекційних занять може бути замінено на виконання реферату за темою лекційного заняття для врахування балів у підсумковому контролі.

Здобувачу, який має підсумкову оцінку за дисципліну (після здачі іспиту) від 35 до 59 балів, призначається додаткова залікова сесія. В цьому разі він повинен виконати додаткові завдання, визначені викладачем.

Здобувач, який не виконав вимог робочої програми по змістових модулях, не допускається до складання підсумкового контролю. В цьому разі він повинен виконати визначене викладачем додаткове завдання по змісту відповідних змістових модулів в період між основною та додатковою сесіями.

Здобувач має право на опротестування результатів контролю (апеляцію). Правила подання та розгляду апеляції визначені внутрішніми документами КНУБА, які розміщені на сайті КНУБА та зміст яких доводиться Здобувачам до початку вивчення дисципліни.

Методичне забезпечення дисципліни

Підручники:

1. *Писаренко, Г. С.* та ін. Опір матеріалів: Підручник для студ. вищ. навч. закл. / За ред. Г.С. Писаренка. – 2-е вид., доп. і перероб. – Київ: Вища шк., 2004. – 655с.
2. *Шкельов Л.Т.* Опір матеріалів: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / Л.Т. Шкельов, А.М. Станкевич, Д.В. Пошивач. К.:ЗАТ «Віпол», 2011. – 456с.
3. Опір матеріалів з основами теорії пружності й пластичності: У 2 ч., 5 кн. / За ред. В.Г. Піскунова. – Київ : Вища школа, 1995.

Навчальні посібники:

1. *О.П. Кошевий, Григор'єва Л.О., Д.В. Левківський.* Опір матеріалів в Темах і задачах: навчальний посібник. Київ: КНУБА; –Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня «Рута», 2019. – 340с. ISBN 978-617-7626-86-1
2. *Л.О. Григор'єва, Д.В. Левківський, О.П. Кошевий.* Опір матеріалів з основами теорії пружності: Курс лекцій. Київ: Видавництво Ліра-К, 2021. – 270 с. ISBN 978-617-520-044-5
3. *Збірник задач з опору матеріалів: навч. посіб.* / П.О. Іваненко, Л.О. Григор'єва, О.П. Кошевий та ін. За ред. П.О. Іваненка – Київ: Видавництво Ліра-К, 2021. – 400 с. ISBN 978-617-520-163-3

Методичні роботи:

1. *Опір матеріалів.* Геометричні характеристики поперечного перерізу. Побудова епюр внутрішніх зусиль: методичні рекомендації / А. М. Станкевич, І. В. Жупаненко, Д. В. Левківський – Київ : КНУБА, 2012. – 68с.
2. *Опір матеріалів.* Геометричні характеристики плоских перерізів. Розтягування (стискування) стержнів. Побудова епюр внутрішніх зусиль в стержневих системах. Пряме плоске згинання балок: Методичні рекомендації, завдання та приклади / Уклад. Л. О. Григор'єва. – К.: КНУБА, 2015.-64 с.
3. *Опір матеріалів.* Повний розрахунок прокатної балки. Складний опір: Методичні рекомендації / А.М. Станкевич, І.В. Жупаненко, Д.В. Левківський. – К: КНУБА, 2013. – 52 с.
4. *Опір матеріалів.* Розрахунок статично-невизначуваних систем. Розрахунок стиснутих та стиснуто-зігнутих стержнів: Методичні рекомендації / А. М. Станкевич, І. В. Жупаненко, Д. В. Левківський. – Київ : КНУБА, 2015. – 56с
5. *Опір матеріалів. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.* / Уклад. І.В.Жупаненко, О.П. Кошевий, О.О. Кошевий. – Київ.: КНУБА, 2023. – 60с.

Додаткові джерела:

1. Збірник задач з опору матеріалів: Навч. посіб. / М. І. Бобир, А. Є. Бабенко, О.О. Боронко та ін.; за ред. М. І. Бобиря. – К.: Вища шк., 2008. – 399 с.
2. Hibbeler, R.C. Mechanics of materials / R.C. Hibbeler. Tenth edition. –NJ: Pearson, 2015. – 900 p.– ISBN 9780134319650
3. Серія відеоуроків та лабораторних робіт з опору матеріалів на Youtube https://www.youtube.com/channel/UC4ptzya-AQGAFDj18iOB_rA ,
https://youtu.be/tibdfc_Q2s8

Інформаційні ресурси:

<http://library.knuba.edu.ua/> - Бібліотека Київського національного університету будівництва та архітектури.
<https://org2.knuba.edu.ua/> – Освітній сайт Київського національного університету будівництва та архітектури.
<http://www.dnabb.org> – Державна наукова архітектурно-будівельна бібліотека ім. В.Г.Заболотного, м. Київ, Конtrakтова пл., 4
<http://www.nbuv.gov.ua> – Національна бібліотека України ім.Вернадського, м. Київ, пр. Голосіївський, 3
<http://www.library.gov.ua> – Державна науково-технічна бібліотека України, м. Київ, вул. Антоновича, 180.