

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

**БАКАЛАВР**

Кафедра опору матеріалів

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Декан факультету автоматизації і  
інформаційних технологій

\_\_\_\_\_ / Русан І.В. /  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 року

**НАВЧАЛЬНА РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ**

"Загальноосвітні".

**"Опір матеріалів"**

(назва навчальної дисципліни)

| шифр | назва спеціальності          |
|------|------------------------------|
| 131  | Прикладна механіка           |
|      | назва спеціалізації          |
|      | Інженерія логістичних систем |
|      | Інженерна механіка           |
| 133  | Галузеве машинобудування     |
|      | Галузеве машинобудування     |
|      |                              |

Розробник(и):

Кошевий О.П., к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)

(підпис)

Григор'єва Л.О., к.ф.-м.н., доцент

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)

(підпис)

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)

(підпис)

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)

(підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри опору матеріалів

протокол № \_\_\_\_ від " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року

Завідувач кафедри

(підпис)

(Кошевий О.П.).

(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією спеціалізації  
(НМКС): " Галузеве машинобудування "

Протокол № \_\_\_\_ від " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року

Голова НМКС

(підпис)

(Назаренко І.І.).

(прізвище та ініціали)

**ВИТЯГ З НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ 2018-2020 рр.**

| шифр | Бакалавр ОПП                           |                  |             |                     | Форма навчання:<br>денна |    |    |         |                                   |    |         | Форма контролю | Семестр | Відмітка<br>про<br>погодження |    |
|------|----------------------------------------|------------------|-------------|---------------------|--------------------------|----|----|---------|-----------------------------------|----|---------|----------------|---------|-------------------------------|----|
|      | Назва спеціальності<br>(спеціалізації) | Кредитів на сем. | Обсяг годин |                     |                          |    |    |         | Кількість<br>індивідуальних робіт |    |         |                |         |                               |    |
|      |                                        |                  | Всього      | аудиторних<br>Разом | у тому числі             |    |    | Самост. | КП                                | КР | РГ<br>р |                |         |                               | к. |
|      |                                        |                  |             |                     | Л                        | Лр | Пз |         |                                   |    |         |                |         |                               |    |
| 133  | Галузеве машинобудування               | 4,5              | 135         | 64                  | 22                       | 18 | 24 | 71      |                                   |    | 2       |                | 3       | 3                             |    |
| 133  | Галузеве машинобудування               | 4,5              | 135         | 66                  | 30                       | 14 | 22 | 69      |                                   |    | 2       |                | Е       | 4                             |    |
| 131  | Прикладна механіка                     | 4,5              | 135         | 64                  | 22                       | 18 | 24 | 71      |                                   |    | 2       |                | 3       | 3                             |    |
| 131  | Прикладна механіка                     | 4,5              | 135         | 66                  | 30                       | 14 | 22 | 69      |                                   |    | 2       |                | Е       | 4                             |    |

| шифр | Бакалавр ОПП                           |                  |             |            | Форма навчання:<br>заочна |    |    |         |                                   |    |    |    | Форма контролю | Семестр | Відмітка<br>про<br>погодженн<br>я |
|------|----------------------------------------|------------------|-------------|------------|---------------------------|----|----|---------|-----------------------------------|----|----|----|----------------|---------|-----------------------------------|
|      | Назва спеціальності<br>(спеціалізації) | Кредитів на сем. | Обсяг годин |            |                           |    |    | Самост. | Кількість індивідуальних<br>робіт |    |    |    |                |         |                                   |
|      |                                        |                  | Всього      | аудиторних |                           |    | КП |         | КР                                | РГ | к. |    |                |         |                                   |
|      |                                        |                  |             | Разом      | у тому числі              |    |    |         |                                   |    |    |    |                |         |                                   |
|      |                                        |                  |             |            | Л                         | Лр |    |         |                                   |    |    | Пз |                |         |                                   |
| 131  | Прикладна механіка                     | 3                | 90          | 24         | 6                         | 10 | 8  | 66      |                                   |    | 2  |    | 3              | 3       |                                   |
| 131  | Прикладна механіка                     | 4,5              | 135         | 38         | 6                         | 14 | 18 | 97      |                                   |    | 2  |    | Е              | 4       |                                   |

**ВИТЯГ З НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ 2018-2020 рр.**

| шифр | Бакалавр ОПП                           |                  |             |            | Форма навчання:<br>денна (скорочена) |    |         |    |                                   |         |    |    | Форма контролю | Семестр | Відмітка<br>про<br>погодження |
|------|----------------------------------------|------------------|-------------|------------|--------------------------------------|----|---------|----|-----------------------------------|---------|----|----|----------------|---------|-------------------------------|
|      | Назва спеціальності<br>(спеціалізації) | Кредитів на сем. | Обсяг годин |            |                                      |    |         |    | Кількість<br>індивідуальних робіт |         |    |    |                |         |                               |
|      |                                        |                  | Всього      | аудиторних |                                      |    | Самост. | КП | КР                                | РГ<br>р | к. |    |                |         |                               |
|      |                                        |                  |             | Разом      | Л                                    | Лр |         |    |                                   |         |    | Пз |                |         |                               |
| 133  | Галузеве машинобудування               | 3                | 90          | 44         | 22                                   | 10 | 12      | 46 |                                   |         | 2  |    | 3              | 1       |                               |
| 133  | Галузеве машинобудування               | 4,5              | 135         | 66         | 30                                   | 14 | 22      | 69 |                                   |         | 2  |    | Е              | 2       |                               |

| шифр | Бакалавр ОПП                           |                  |             |            | Форма навчання:<br>заочна(скорочена) |    |    |         |                                |    |   |  | Форма контролю | Семестр | Відмітка про погодження |
|------|----------------------------------------|------------------|-------------|------------|--------------------------------------|----|----|---------|--------------------------------|----|---|--|----------------|---------|-------------------------|
|      | Назва спеціальності<br>(спеціалізації) | Кредитів на сем. | Обсяг годин |            |                                      |    |    | Самост. | Кількість індивідуальних робіт |    |   |  |                |         |                         |
|      |                                        |                  | Всього      | аудиторних |                                      |    | КП |         | КР                             | РГ | р |  |                |         |                         |
|      |                                        |                  |             | Разом      | у тому числі                         |    |    |         |                                |    |   |  |                |         |                         |
|      |                                        |                  |             |            | Л                                    | Лр | Пз |         |                                |    |   |  |                |         |                         |
| 131  | Прикладна механіка                     | 3                | 90          | 24         | 6                                    | 10 | 8  | 66      |                                |    | 2 |  | 3              | 1       |                         |
| 131  | Прикладна механіка                     | 4,5              | 135         | 38         | 6                                    | 14 | 18 | 97      |                                |    | 2 |  | Е              | 2       |                         |



## Мета та завдання навчальної дисципліни

*Загальна мета* вивчення дисципліни "Опір матеріалів" полягає в тому, щоб сформулювати у студентів поняття про реальний об'єкт і його розрахункову схему, навчити орієнтуватись в умовах навантаження конструкцій і їх елементів, а також сформувати навички застосування основних методів оцінки міцності, жорсткості і стійкості елементів конструкцій.

*Завдання* навчальної дисципліни полягає в формуванні у студентів розуміння природи і сутності процесів, що виникають в тілах при навантаженні та визначення основних видів деформацій, а також закріплення навичок основ розрахунку елементів конструкцій на міцність, жорсткість, стійкість.

### Компетенції студентів, що формуються в результаті засвоєння дисципліни

| Код                                                     | Зміст                                                                                                                                                                                                  | Результати навчання                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Спеціальні (фахові) компетентності. Загально-професійні |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                               |
| КС01                                                    | Здатність до розуміння основних теоретичних положень, концепцій та принципів математичних та соціально-економічних наук.                                                                               | <i>Знати:</i> основні теоретичні положення інженерних методів розрахунку;                                                                                                                                                                     |
|                                                         |                                                                                                                                                                                                        | <i>Вміти:</i> визначати розрахункову схему елементів конструкцій; визначати внутрішні зусилля в стержнях.                                                                                                                                     |
| КС08                                                    | Здатність визначати та оцінювати навантаження та напружено-деформований стан ґрунтових основ та несучих конструкцій будівель (споруд), у тому числі з використанням сучасних інформаційних технологій. | <i>Знати:</i> основи розрахунку елементів конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість; основи експериментальних досліджень міцності матеріалів.                                                                                          |
|                                                         |                                                                                                                                                                                                        | <i>Вміти:</i> підбирати форму та розміри поперечних перерізів елементів конструкцій; перевіряти міцність, жорсткість та стійкість елементів конструкцій; користуватися довідковою та методичною літературою; аналізувати одержані результати. |

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Змістовний модуль 1.**

#### **Геометричні характеристики поперечних перерізів. Розтяг-стиск.**

#### **Побудова епюр внутрішніх зусиль.**

**Лекція 1.** Призначення опору матеріалів. Мета, задачі, основні поняття і об'єкти вивчення опору матеріалів. Вихідні гіпотези опору матеріалів. Поняття про напружено-деформований стан.

**Лекція 2.** Геометричні характеристики поперечних перерізів. Площа перерізу. Статичні моменти площі. Моменти інерції перерізу. Геометричні характеристики простих фігур.

**Лекція 3.** Залежності між моментами інерції в різних системах координат. Головні осі та головні моменти інерції перерізу. Моменти опору перерізу. Радіуси інерції та еліпс інерції. Порядок визначення геометричних характеристик складних поперечних перерізів. Приклади розрахунку.

**Лекція 4.** Визначення стержня як розрахункової моделі. Основні припущення та гіпотези. Зовнішні та внутрішні сили. Метод перерізів. Визначення внутрішніх зусиль в стержневих системах.

**Лекція 5.** Розтяг та стиск стержнів. Побудова епюр внутрішніх зусиль, визначення напружень та переміщень, підбір перерізів. Врахування власної ваги при розтягу (стиску). Статично невизначені системи, що працюють на розтяг (стиск). Умова сумісності деформацій.

**Лекція 6.** Механічні властивості матеріалів. Експериментальні методи дослідження матеріальних характеристик. Зв'язок між напруженнями і деформаціями, закон Гука. Модуль Юнга та модуль зсуву. Граничні напруження.

### **Змістовний модуль 2.**

#### **Плоске згинання. Визначення внутрішніх зусиль, напружень та переміщень при плоскому згинанні. Перевірка міцності та жорсткості.**

**Лекція 7.** Плоске згинання. Згинальні моменти, поперечні сили. Застосування методу перерізів та побудова епюр внутрішніх зусиль. Рівняння рівноваги. Правила побудови епюр.

**Лекція 8.** Побудова епюр у криволінійних стержнях, плоских та просторових стержневих системах.

**Лекція 9.** Чистий згин. Напружено-деформований стан при плоскому згині. Виведення формули нормальних напружень. Дотичні напруження при плоскому згині. Виведення формули Журавського. Перевірка міцності балки.

**Лекція 10.** Диференціальне рівняння зігнутої осі стержня. Прогин та кут повороту поперечного перерізу. Метод початкових параметрів. Перевірка жорсткості балки, що працює на згин.

**Лекція 11.** Основні теореми деформування пружних систем. Визначення переміщень за допомогою методу Максвелла-Мора.

### **Змістовний модуль 3.**

#### **Зріз, зім'яття. Кручення стержнів. Складний опір.**

**Лекція 12.** Просторовий напружений стан. Закон парності дотичних напружень. Тензор напружень, напруження на похилій площадці. Головні напруження та головні площадки.

**Лекція 13.** Класичні теорії міцності. Граничний напружений стан, умова міцності, допустимі напруження. Критерії міцності.

**Лекція 14.** Чистий зсув. Визначення напружень та деформацій. Умова міцності при зсуві. Розрахунок клепаних, болтових та зварних з'єднань на зріз, зім'яття і розрив.

**Лекція 15.** Кручення валів. Розрахунок на міцність та жорсткість. Кручення стержнів не круглого поперечного перерізу. Кручення тонкостінних стержнів замкнутого профілю. Формула Бредта.

**Лекція 16.** Складний опір. Метод суперпозицій. Згин з крученням: визначення еквівалентних напружень за різними теоріями міцності. Підбір перерізу.

**Лекція 17.** Просторове згинання. Напруження та переміщення при просторовому згинанні. Нейтральна лінія та лінія переміщень. Підбір перерізу. Позацентровий стиск (розтяг): визначення положення нейтральної осі, ядро перерізу, перевірка міцності.

### **Змістовний модуль 4.**

#### **Статично-невизначувані системи. Стійкість стиснутих стержнів.**

**Лекція 18.** Статично невизначені стержневі системи. Ступінь статичної невизначеності. Метод сил. Канонічні рівняння методу сил.

**Лекція 19.** Нерозрізні балки. Рівняння трьох моментів.

**Лекція 20.** Побудова епюр внутрішніх зусиль в статично-невизначуваних системах. Визначення напружень та переміщень. Контроль правильності розв'язку.

**Лекція 21.** Розрахунок статично-невизначуваних систем при температурних навантаженнях та осіданні опор.

**Лекція 22.** Стійка та нестійка пружна рівновага. Критична сила. Формула Ейлера для визначення критичних напружень.

**Лекція 23.** Гнучкість стержня. Вплив умов закріплення стержня на величину критичної сили. Пружна та пружно-пластична втрата стійкості. Формула Тетмаєра (Ясинського). Розрахунок на стійкість за допомогою коефіцієнтів зменшення допустимого напруження.

**Лекція 24.** Напружено-деформований стан стиснуто-зігнутого стержня. Загальні поняття. Диференціальне рівняння рівноваги.

**Лекція 25.** Задача Ламе. Розрахунок товстостінного циліндра під дією зовнішнього та внутрішнього тиску.

**Лекція 26.** Розрахунок на динамічні навантаження. Поздовжній та згинальний удар. Визначення коефіцієнта динамічності.

## **Практичні заняття**

### **Змістовий модуль 1-2.**

**Практичне заняття 1.** Визначення геометричних характеристик простих фігур та прокатних профілів. Визначення центру ваги складеного перерізу.

**Практичне заняття 2.** Визначення моментів інерції складеного перерізу. Визначення головних моментів інерції та моментів опору складеного перерізу. Побудова еліпса інерції. Вирішення практичних задач розрахунку геометричних характеристик перерізу.

**Практичне заняття 3.** Розрахунок стержнів на стиск (розтяг). Визначення зусиль в стержнях. Визначення напружень та переміщень. Підбір перерізів.

**Практичне заняття 4.** Розтяг (стиск). Статично невизначені системи. Умова сумісності деформацій.

**Практичне заняття 5.** Побудова епюр внутрішніх зусиль у балках на двох опорах та консольних балках.

**Практичне заняття 6.** Побудова епюр внутрішніх зусиль у шарнірно-консольних балках, балках з проміжним шарніром.

**Практичне заняття 7.** Побудова епюр внутрішніх зусиль у плоских рамах, горизонтальних рамах під дією вертикального навантаження.

**Практичне заняття 8.** Побудова епюр внутрішніх зусиль в просторових рамах та криволінійних стержнях.

**Практичне заняття 9.** Побудова епюр внутрішніх зусиль в стержневих системах. Геометричні характеристики перерізів. Контрольна робота.

**Практичне заняття 10.** Повний розрахунок прокатної балки. Визначення напружень при згині. Перевірка міцності.

**Практичне заняття 11.** Повний розрахунок прокатної балки. Визначення переміщень методом початкових параметрів. Визначення переміщень методом Мора та графоаналітичним методом.

**Практичне заняття 12.** Розрахунок прокатної балки. Підбір перерізу. Визначення переміщень методом початкових параметрів. Контрольна робота.



### **Змістовий модуль 3-4.**

**Практичне заняття 13.** Розрахунок болтових і клепаних з'єднань на зріз, зминання та відрив. Розрахунок зварних швів.

**Практичне заняття 14.** Розрахунок валів на кручення, підбір перерізу, перевірка міцності та жорсткості.

**Практичне заняття 15.** Розрахунок стержнів на згин з крученням. Розрахунок валів на кручення зі згином. Повна перевірка міцності вала.

**Практичне заняття 16.** Розрахунок балок на косий згин. Розрахунок колон на позацентровий стиск.

**Практичне заняття 17.** Складний опір. Контрольна робота.

**Практичне заняття 18.** Розрахунок статично-невизначуваних стержневих систем. Розкриття статичної невизначеності методом сил.

**Практичне заняття 19.** Розрахунок статично-невизначуваних стержневих систем. Побудова епюр внутрішніх зусиль. Кінематична перевірка. Визначення переміщень.

**Практичне заняття 20.** Розрахунок нерозрізних балок за допомогою рівняння 3-х моментів.

**Практичне заняття 21.** Стійкість гнучких стержнів. Підбір перерізів стиснутих стержнів при розрахунку на стійкість методом послідовних наближень. Перевірка міцності.

**Практичне заняття 22.** Стійкість гнучких стержнів. Визначення допустимої та критичної сили. Коефіцієнт запасу стійкості.

**Практичне заняття 23.** Метод сил. Стійкість гнучких стержнів. Контрольна робота.

## **Лабораторні заняття**

### **Лабораторна робота №1 (4 год.)**

Випробування сталевого зразка на розтяг. Визначення механічних характеристик сталі.

### **Лабораторна робота №2 (4 год.)**

Випробування чавунного зразка на стиск. Визначення механічних характеристик чавуну.

### **Лабораторна робота №3 (4 год.)**

Випробування деревини на сколювання та стиск. Визначення механічних характеристик деревини.

### **Лабораторна робота №4 (4 год.)**

Експериментальне дослідження характеру роботи стержня в умовах чистого згину.

### **Лабораторна робота №5 (4 год.)**

Експериментальне дослідження характеру роботи стержня в умовах косого згину.

### **Лабораторна робота №6 (4 год.)**

Експериментальне дослідження характеру роботи статично-невизначуваної балки.

### **Лабораторна робота №7 (4 год.)**

Експериментальне дослідження поздовжнього згину стержня.

### **Лабораторна робота №8 (4 год.)**

Експериментальне дослідження позацентрово-розтягнутого стержня.

## **Індивідуальні завдання Розрахунково-графічна робота №1.**

### **Геометричні характеристики поперечного перерізу.**

Задано: схема та розміри поперечного перерізу, який складається з трьох елементів.

Потрібно: визначити положення центру ваги, головні моменти інерції та моменти опору площі поперечного перерізу, побудувати еліпс інерції.

### **Побудова епюр внутрішніх зусиль.**

Задано: розрахункові схеми стержнів та рам, лінійні розміри та величини навантажень.

Потрібно: визначити величини та напрямки внутрішніх зусиль та побудувати епюри моментів, поперечних та поздовжніх сил.

## **Розрахунково-графічна робота №2.**

### **Повний розрахунок статично визначеної балки.**

Задано: розрахункова схема балки, лінійні розміри та величини навантажень, величини допустимих напружень.

Потрібно: підібрати поперечний переріз балки, виконати повну перевірку міцності балки; визначити переміщення та перевірити жорсткість балки.

## **Розрахунково-графічна робота №3.**

### **Кручення круглих валів.**

Задано: розрахункова схема та лінійні розміри круглого валу з передаточними дисками; потужності приєднаних двигунів, величина допустимого напруження та модуль пружності матеріалу.

Потрібно: побудувати епюру крутильних моментів, підібрати круглий та кільцевий поперечний переріз валу, визначити кут закручення заданого перерізу.

### **Розрахунок вала на кручення зі згином.**

Задано: розрахункова схема та лінійні розміри круглого валу з передаточними дисками; потужності приєднаних двигунів, кути приєднання шківної передачі, величина допустимого напруження та модуль пружності матеріалу.

Потрібно: побудувати епюри згинальних та крутильних моментів, підібрати круглий та кільцевий поперечний переріз валу, визначити переміщення заданого перерізу.

### **Розрахунок колони на позацентровий стиск.**

Задано: поперечний переріз та висота короткої кам'яної колони, об'ємна вага матеріалу колони, точка прикладання стискаючої сили, величини допустимих напружень на стиск і на розтяг.

Потрібно: визначити допустиму величину сили, побудувати епюри напружень для верхнього та нижнього перерізів колони.

#### **Розрахунково-графічна робота №4.**

##### **Розрахунок статично-невизначуваних стержневих систем.**

Задано: розрахункова схема нерозрізної балки, лінійні розміри та величини навантажень, величина допустимого напруження.

Потрібно: розкрити статичну невизначеність методом сил, побудувати епюри дійсних внутрішніх зусиль, провести кінематичну перевірку, підібрати переріз з прокатного двотавру, визначити переміщення заданої точки.

##### **Стійкість стиснутих стержнів.**

##### **Підбір перерізу стиснутого стержня при розрахунку на стійкість.**

Задано: розрахункова схема стержня та форма поперечного перерізу, довжина стержня та величина навантаження, матеріал стержня.

Потрібно: підібрати розміри поперечного перерізу стержня методом послідовних наближень, визначити критичну силу і коефіцієнт запасу.

##### **Визначення допустимої та критичної сили для стиснутого стержня при розрахунку на стійкість.**

Задано: розрахункова схема та довжина стержня, схема та розміри поперечного перерізу, матеріал стержня.

Потрібно: визначити допустиме навантаження на стержень, критичну силу і коефіцієнт запасу.

## Методи контролю та оцінювання знань студентів

### Розподіл балів для дисципліни з формою контролю залік

3 семестр (денна форма навчання), 4 семестр (заочна форма навчання).

| Поточне оцінювання |    |    |    |     | Підсумковий<br>залік | Сума<br>балів |
|--------------------|----|----|----|-----|----------------------|---------------|
| Змістовні модулі   |    |    |    |     |                      |               |
| 1                  | 2  | 3  |    |     |                      |               |
| 30                 | 30 | 30 | 10 | 100 |                      |               |

### Розподіл балів для дисципліни з формою контролю іспит

4 семестр (денна форма навчання), 5 семестр (заочна форма навчання).

| Поточне оцінювання |    |    |    |     | Підсумковий іспит | Сума балів |
|--------------------|----|----|----|-----|-------------------|------------|
| Змістовні модулі   |    |    |    |     |                   |            |
| 4                  | 5  | 6  |    |     |                   |            |
| 25                 | 25 | 25 | 25 | 100 |                   |            |

### Розподіл балів для дисципліни з формою контролю іспит

5 семестр (денна форма навчання), 6 семестр (заочна форма навчання).

| Поточне оцінювання |    |    |    |     | Підсумковий<br>залік/іспит | Сума<br>балів |
|--------------------|----|----|----|-----|----------------------------|---------------|
| Змістовні модулі   |    |    |    |     |                            |               |
| 7                  | 8  | 9  |    |     |                            |               |
| 20                 | 40 | 20 | 20 | 100 |                            |               |

### Рекомендовані підручники:

1. Опір матеріалів. Підручник / Г. С. Писаренко О. Л. Квітка, Е. С. Уманський. За ред. Г. С. Писаренка — К.: Вища школа, 1993. — 655 с.
2. Справочник по сопроотивлению материалов / С.П. Фесик. - К.: Будівельник, 1982.-367 с.
3. Шкельов, Л.Т. та ін. Опір матеріалів: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Л.Т. Шкельов, А.М. Станкевич, Д.В Пошивач. —К.: ЗАТ «Віпол», 2011. — 456 с.

### Конспекти лекцій:

1. Опір матеріалів при статичних навантаженнях: Курс лекцій/ Шульга М.О. - К.: КНУБА, 2002. - 140с.
2. Теория упругости: конспект лекций / Л.Т. Шкелев, А.Н. Станкевич. — К.: КНУСА, 2013. — 152 с.

### **Методичне забезпечення дисципліни:**

1. 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 до виконання розрахунково-графічних робіт. / Григор'єва Л.О.-- К.: КНУБА, 2015. – 64 с.
2. Опір матеріалів. Геометричні характеристики поперечного перерізу. Побудова епюр внутрішніх зусиль: Методичні рекомендації, завдання та приклади до виконання розрахунково-графічних робіт / А. М. Станкевич, І. В. Жупаненко, Д. В. Левківський – Київ : КНУБА, 2012. – 68с.
3. Опір матеріалів. Повний розрахунок прокатної балки. Складний опір: Методичні рекомендації, завдання та приклади до виконання розрахунково-графічних робіт / А. М. Станкевич, І. В. Жупаненко, Д. В. Левківський – Київ : КНУБА, 2013. – 52 с.
4. Опір матеріалів. Розрахунок статично-невизначуваних систем. Розрахунок стиснутих та стиснуто-зігнутих стержнів: Методичні рекомендації, завдання та приклади до виконання розрахунково-графічних робіт / А. М. Станкевич, І. В. Жупаненко, Д. В. Левківський – Київ : КНУБА, 2015. – 56 с.
5. Опір матеріалів. Розрахунок вала на кручення та кручення зі згином: методичні рекомендації, завдання та приклади виконання розрахунково-графічних робіт / уклад.: О.П. Кошевий, О.М. Тробюк – К.: КНУБА, 2014. – 28 с.
6. Опір матеріалів: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / А. М. Станкевич, І. В. Жупаненко, С. П. Кім. – Київ : КНУБА, 2010. – 51с.
7. Опір матеріалів. Аналіз просторового напруженого стану : Методичні рекомендації і завдання до виконання розрахунково-графічних робіт для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 0601 «Будівництво» // Уклад.: М. О. Шульга, Л. О. Григор'єва.–К.: КНУБА, 2009. – 40 с.