

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
імені адмірала Макарова  
Кораблебудівний навчально-науковий інститут  
Кафедра будівельної механіки та конструкції корпусу корабля

Код РПНД

**ЗАТВЕРДЖЕНО**



Проректор з науково-педагогічної роботи

Слободян С.О.

***РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ***  
**Program of the Discipline**

**Будівельна механіка корабля**  
**Structural Mechanics of Ship**

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

тип дисципліни: обов'язкова

мова(и) викладання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Будівельна механіка корабля» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань: G Інженерія виробництво та будівництво; спеціальності: G11 Машинобудування; спеціалізації: G11.04 Суднобудування; спеціалізації за ISCED-F 2013: 0716 Motor vehicles, ships and aircraft.

«26» серпня 2025 року. – 38 с.

Розробники:

Коростильов Л.І. – завідувач кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля, доктор технічних наук, професор

Соков В.М. – доцент кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля, кандидат технічних наук

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Будівельна механіка корабля» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «Кораблі та океанотехніка»

канд. техн. наук, старший викладач

Ястреба Ястреба О.П.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Будівельна механіка корабля» розглянуто на засіданні кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля.

Протокол № 1 від «26» серпня 2025 року.

Завідувач кафедри

Коростильов Коростильов Л.І.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Будівельна механіка корабля» розглянуто Навчально-методичною комісією Кораблебудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 2 від «22» жовтня 2025 року.

Голова

Ястреба Ястреба О.П.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Будівельна механіка корабля» погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу

Лабарткава Лабарткава А.В.

Робоча програма навчальної дисципліни «Будівельна механіка корабля» затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 9 від «26» 11 2025 р.

Голова НМР НУК

Слободян Слободян С.О.

© НУК, 2025

## ЗМІСТ

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ .....                                                                                                  | 5  |
| 1 Опис навчальної дисципліни .....                                                                           | 6  |
| 2 Мета навчальної дисципліни .....                                                                           | 7  |
| 3 Передумови для вивчення дисципліни .....                                                                   | 7  |
| 4 Очікувані результати навчання .....                                                                        | 7  |
| 5 Програма навчальної дисципліни .....                                                                       | 9  |
| 6 Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування .....                 | 27 |
| 7 Форми поточного та підсумкового контролю .....                                                             | 29 |
| 8 Критерії оцінювання результатів навчання .....                                                             | 30 |
| 9 Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна ..... | 35 |
| 10 Рекомендовані джерела інформації .....                                                                    | 36 |

## **Прийняті скорочення**

БМК – будівельна механіка корабля;  
ОПП – освітньо-професійна програма;  
РГР – розрахунково-графічна робота;  
ЛР – лабораторна робота;  
ПР – практична робота;  
ЗМ – змістовний модуль;  
М – модуль;  
ПМК – поточно-модульний контроль;  
лек – лекції;  
лаб – лабораторні заняття;  
пр – практичні заняття;  
с.р. – самостійна робота.

Наприклад: РГР8 – розрахунково-графічна робота №8; ЛР6 – лабораторна робота №6.

## ВСТУП

### Анотація

Вивчаються методи розрахунку напружено-деформованого стану пружних тіл в рамках лінійної теорії пружності. Розглядаються розрахунки на міцність, жорсткість і стійкість стержнів, простих стержневих систем, пластин і простих оболонок при дії простих і комбінованих навантажень та видів деформувань. Показані особливості розрахунків корпусу судна, його окремих конструкцій та їх елементів при експлуатації судна на морі і під час ремонту. В загальному вигляді розглядаються теоретичні та експериментальні методи дослідження параметрів коливань пружних систем і вібрації корпусу судна.

Дисципліна «Будівельна механіка корабля» є базовою дисципліною при підготовці фахівців з кораблебудування, в якій при розрахунках на міцність, жорсткість і стійкість використовуються не тільки методи опору матеріалів і теорії пружності, а також спеціальні методи будівельної механіки.

**Ключові слова:** пружне тіло, балка, стержень, пластина, оболонка, корпус судна, переміщення деформаційні, деформація, напруження, вібрація, частота.

### Abstract

There are studied the methods of calculation of a strain-stress state of elastic bodies in the frames of the linear theory of elasticity. There are reviewed calculations on strength, rigidity and stability of rods, simple rod systems, plates and simple shells under action of simple and combined loads and kinds of deforming. There are shown particulars of calculations of ship's hull, its separate constructions and their elements when ship exploiting on the sea and when repairing. In general case there are reviewed theoretical and experimental methods of exploration of parameters of vibration of elastic systems and ship's hull vibration.

The discipline "Structural Mechanics of Ship" is the basis discipline when preparing the specialists of shipbuilding, where in process of calculation on strength, rigidity and stability they use not only the methods of the strength of materials and the theory of elasticity, but also the special method of structural mechanics.

**Keywords:** elastic body, beam, rod, plate, shell, ship's hull, deformational displacements, strains, stresses, vibration, frequency.

## 1 Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників                                                                                                                                              | Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень                                                                                                                                               | Характеристика навчальної дисципліни                                                                |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                               | денна форма навчання                                                                                | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 10                                                                                                                                              | Галузь знань<br>G Інженерія, виробництво та будівництво                                                                                                                                                       | Обов’язкова                                                                                         |                       |
| Модулів – 3                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                               | Рік підготовки:                                                                                     |                       |
| Змістових модулів – 12                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                               | 3,4-й                                                                                               | 3,4-й                 |
| Електронний адрес РПНД на сайті Університету                                                                                                                         | Спеціальність<br>G11 Машинобудування<br>Спеціалізація<br>G11.04 Суднобудування<br>Спеціалізація за ISCED-F 2013:<br>0716 Motor vehicles, ships and aircraft<br>Освітня програма<br>«Кораблі та океанотехніка» | Семестри                                                                                            |                       |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання: –                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                               | 5,6,7-й                                                                                             | 5,6,7-й               |
|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                               | Лекції                                                                                              |                       |
|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                               | 75 год.                                                                                             | 26 год.               |
| Загальна кількість годин – 300                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                               | Лабораторні                                                                                         |                       |
|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                               | 30 год.                                                                                             | 10 год.               |
|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                               | Практичні, семінарські                                                                              |                       |
|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                               | 45 год.                                                                                             | 16 год.               |
| Розподіл аудиторних годин для денної форми навчання на тиждень (лекції : лабораторні : практичні):<br>2:1:0 (семестр 5);<br>2:1:2 (семестр 6);<br>1:0:1 (семестр 7). | Освітній рівень:<br>перший (бакалаврський)                                                                                                                                                                    | Самостійна робота                                                                                   |                       |
|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                               | 150 год.                                                                                            | 248 год.              |
|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                               | Індивідуальні завдання: –                                                                           |                       |
|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                               | Форма контролю –<br>письмова:<br>семестр 5 – екзамен;<br>семестр 6 – екзамен;<br>семестр 7 – залік. |                       |

## 2 Мета навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Будівельна механіка корабля» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

1) **K08.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.

2) **K13.** Здатність виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість, вібрацію основних конструктивних елементів суден різних типів, морських плавучих споруд, засобів океанотехніки, суднових енергетичних установок, суднового обладнання, суднових пристроїв, суднової електротехніки, автоматики та інших об'єктів, які належать до сфери професійної діяльності.

3) **K17.** Здатність до практичного використання універсальних і спеціалізованих систем управління життєвим циклом (Product Lifecycle Management – PLM), автоматизованого проектування (Computer-Aided Design – CAD), виробництва (Computer-Aided Manufacturing – CAM) і інженерних досліджень (Computer-Aided Engineering – CAE) в галузі суднобудування.

4) **K20.** Обізнаність з основами проектування, конструювання, монтажу, ремонту, реновації, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації різних типів суден, морських плавучих споруд, засобів океанотехніки та інших об'єктів, які належать до сфери професійної діяльності, їх основних конструктивних елементів, енергетичних та електротехнічних установок, систем, пристроїв.

## 3 Передумови для вивчення дисципліни

Навчальна дисципліна «Будівельна механіка корабля» є базовою дисципліною при підготовці спеціалістів для суднобудування. Вивчення її методів розрахунку на міцність, жорсткість та стійкість потребує певного рівня знань низки дисциплін нормативної частини підготовки бакалаврів, таких як «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка» та «Опір матеріалів», котрі за навчальним планом вивчаються в попередніх семестрах.

## 4 Очікуванні результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

1) **ПР01.** Уміти передавати свої знання, рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і неспеціалістам в ясній і однозначній формі.

2) **ПР05.** Уміти виконувати розрахунки, що належать до сфери професійної діяльності, із застосуванням інформаційних і комунікаційних технологій, сучасного програмного забезпечення та систем автоматизованого проектування.

3) **ПР09.** Знати та розуміти предметну область, основні засади професійної діяльності.

4) **ПР10.** Уміти виконувати розрахунки характеристик, якостей, напружено-деформованого стану і оцінювати міцність суден різних типів, морських плавучих споруд, засобів океанотехніки, суднових конструкцій, енергетичних, електротехнічних установок, систем, пристроїв та інших об'єктів суднобудування, їх основних конструктивних елементів

5) **ПР14.** Уміти обирати і застосовувати необхідне устаткування, інструменти та методи для проектування, конструювання, виготовлення, ремонту, реновації, обслуговування, утилізації суден різних типів, морських плавучих споруд, засобів океанотехніки, суднових енергетичних установок, систем електроенергетики і автоматизації суден та інших об'єктів і процесів суднобудування.

## **5 Програма навчальної дисципліни**

### **5.1 Опис змістовних модулів**

#### **Модуль 1**

#### **Семестр 5**

**Змістовий модуль 1. Основні проблеми будівельної механіки корабля. Базові положення і основні поняття теорії пружності**

**Тема 1. Вступ. Проблеми будівельної механіки та основні положення і поняття теорії пружності**

Загальна характеристика корпусу судна з точки зору забезпечення його міцності. Задачі будівельної механіки корабля (БМК), її місце серед спеціальних кораблебудівних дисциплін. Основні проблеми БМК. Сучасний етап розвитку БМК (перехід на розрахунковий метод у транспортному суднобудуванні, впровадження нових конструкцій, матеріалів тощо). Послідовність вивчення розділів дисципліни. Характеристика методів теорії пружності у порівнянні з методами опору матеріалів, їх роль та область використання. Геометричні поняття стосовно пружного тіла: осі координат, завдання форми і поверхні, волокно, лінійний елемент, елементарні площадка і об'єм, зовнішня і внутрішня нормалі. Властивості пружних тіл. Ідеально пружне тіло.

Напруження. Повне напруження, нормальна і дотичні складові, складові за координатними осями. Тензор напружень. Правило знаків. Достатність тензора напружень для характеристики напруженого стану тіла. Повне переміщення точок та його складові. Лінійні і кутові деформації. Тензор деформацій. Правило знаків. Фактори, які спричиняють деформування тіла (сили, температурне поле).

**Література:** [1, с. 10–22]; [5, с.15–33].

**Тема 2. Основні рівняння теорії пружності**

Рівняння рівноваги тіла в цілому. Загальне формулювання основної задачі теорії пружності. Статична та динамічна задачі. Рівняння рівноваги елементарного тетраедра у середині тіла та на його границі. Парність дотичних напружень. Рівняння рівноваги елементарного паралелепіпеда. Статична невизначеність основної задачі теорії пружності.

Рівняння закону Гука з урахуванням температурного поля. Зв'язок між переміщеннями і деформаціями (залежності Коші). Рівняння сумісності деформацій (Сен-Венана). Визначення переміщень при заданих деформаціях [4, с.10–14, с.22–25].

**Література:** [1, с. 22–28]; [5, с.34–49].

## **Змістовий модуль 2. Загальні схеми вирішення задач теорії пружності**

### **Тема 3. *Пряма і зворотна задачі теорії пружності***

Достатність основних рівнянь для вирішення задач теорії пружності. Пряма і зворотна задача теорії пружності. Варіанти вирішення зворотної задачі. Пряма задача в переміщеннях. Рівняння Ламе. Пряма задача в напруженнях. Рівняння Бельтрамі-Мітчелла. Граничні умови. Відсутність загального рішення прямої задачі теорії пружності, шляхи отримання частинних та наближених рішень. Принцип незалежності дії сил та його використання. Напівзворотній метод Сен-Венана. Принцип Сен-Венана та його роль у практичному вирішенні задач.

*Література:* [1, с. 28–31]; [4, с.6–25]; [5, с.49–55].

### **Тема 4. *Прості задачі теорії пружності***

Розтягання (стискання), чисте згинання стержня (балки) з незмінним поперечним перерізом та кручення вала з круглим перерізом. Область застосування рішень опору матеріалів з урахуванням принципу Сен-Венана.

*Література:* [6, с.63–68].

## **Змістовий модуль 3. Додаткові залежності теорії напружено-деформованого стану тіла**

### **Тема 5. *Залежності теорії напруженого стану в точці пружного тіла***

Перетворення тензора напружень в точці тіла при повороті координатних осей. Головні напруження та їх напрямки. Інваріанти напруженого стану. Еліпсоїд напружень. Максимальні дотичні напруження. Октаедричні напруження. Інтенсивність напружень.

*Література:* [1, с.32–35]; [4, с.41–44, 46–54]; [5, с.56–61]; [6, с.69–78].

### **Тема 6. *Залежності теорії деформованого стану і критерії міцності***

Залежності деформованого стану в точці пружного тіла. Головні деформації, максимальні кутові та октаедричні деформації. Деформація об'єму і форми. Закони зміни об'єму і форми. Питома потенціальна енергія деформації об'єму і форми. Основні гіпотези критеріїв міцності й пластичності.

*Література:* [1, с.35–38]; [4, с.44–55]; [5, с.62–67]; [6, с.79–90].

## **Змістовий модуль 4. Визначення напружено-деформованого стану в елементах реальних конструкцій суден**

### **Тема 7. *Кручення стержнів із незмінним поперечним перерізом***

Характер напружено-деформованого стану в елементах реальних конструкцій суден при експлуатаційних навантаженнях. Поняття про чисте кручення стержня. Функція напружень при крученні, граничні умови на контурі. Залежність між функцією напружень та крутним моментом для стержня з однозв'язною формою

перерізу. Жорсткість при крученні. Мембранна аналогія для стержня з однозв'язною формою перерізу.

Кручення стержнів з однозв'язною еліптичною формою перерізу, прямокутною з великим відношенням сторін, складеного тонкостінного. Особливості розрахунку стержнів з багатозв'язною формою перерізу: мембрана аналогія, теорема про циркуляцію дотичних напружень. Кручення тонкостінних стержнів із багатозв'язною формою перерізу. Поняття про стиснене кручення стержнів.

*Література:* [1, с.40–46]; [6, с.91–104].

#### **Тема 8. Плоска задача теорії пружності елементах корпусних конструкцій**

Плоский напружений стан (ПНС) і плоска деформація. Основні рівняння ПНС в декартових координатах. Функція напружень. Граничні умови. Рішення задачі ПНС в поліномах.

Рішення задачі ПНС в тригонометричних рядах. Задача про приєднаний поясок широкополюї балки при згинанні. Редукційний коефіцієнт і практичні рекомендації щодо його визначення.

Основні рівняння і залежності ПНС в полярних координатах. Функція напружень. Розподіл напружень у пластині з малим круговим вирізом при розтягуванні і чистому зсуві. Концентрація напружень в пластині біля вирізів інших форм. Рациональні форми підкріплень.

*Література:* [1, с.47–66]; [5, с.68–84]; [6, с.105–130].

#### **Тема 9. Сіткові чисельні методи рішення задач теорії пружності і будівельної механіки**

Метод колокацій. Метод найменших квадратів. Метод скінченних різниць.

*Література:* [1, с.146–150]; [5, с.176–181]; [29, с.167–170]; [30, с.76–83].

#### **Тема 10. Експериментальні методи визначення деформацій і напружень**

Визначення напружень і деформацій поляризаційно-оптичним методом, методом електро-тензометрування та іншими експериментальними методами.

*Література:* [6, с.145–162].

## Модуль 2

### Семестр 6

#### **Змістовий модуль 5. Згинання балок і плоских рам**

##### **Тема 11. Розрахунок міцності й жорсткості однопрогонових балок на жорстких та пружних опорах при плоскому поперечному згинанні**

Основні поняття і положення технічної теорії згинання балок. Гіпотези технічної теорії плоского згинання балок і основні диференціальні залежності. Визначення нормальних і дотичних напружень.

Згинання однопрогонових балок. Інтегрування диференціального рівняння згинання балки. Метод початкових параметрів. Граничні умови. Принцип накладання і довідкові таблиці параметрів згинання однопрогонових балок. Поняття про коефіцієнт опорної пари.

**Література:** [1, с.75–80, 83–84]; [5, с.85–107].

##### **Тема 12. Розрахунок міцності й жорсткості багатопрогонових нерозрізних балок на жорстких та пружних опорах при плоскому поперечному згинанні**

Розрахунок міцності багатопрогонових балок на жорстких і незалежних пружних опорах. Рівняння трьох і п'яти моментів. Урахування впливу деформацій зсуву на параметри згинання балок [1, с.80–82].

**Література:** [1, с.88–91, с.96–103, с.80–82]; [5, с.108–121]; [17, с.115–122].

##### **Тема 13. Розрахунок міцності й жорсткості простих і складних плоских рам з лінійно-нерухомими вузлами**

Рами у складі корпусу судна і характеристика роботи їх елементів. Класифікація рам. Розрахунок плоских простих і складних рам з лінійно-нерухомими вузлами.

**Література:** [1, с.103–109]; [5, с.122–125], [17, с.72–81],

##### **Тема 14. Енергетичні методи і загальні теореми будівельної механіки. Поняття про метод скінченних елементів**

Робота зовнішніх сил і потенціальна енергія. Закон збереження енергії і принцип можливих переміщень. Узагальнені переміщення та узагальнені сили. Теорема Клапейрона. Теорема про взаємність робіт і переміщень. Теорема Кастильяно. Теорема Лагранжа. Силова функція. Потенціальна енергія і силова функція при плоскому поперечному згинанні балок. Потенціальна енергія пружних закріплень (опор і защемлень). Формула Максвела-Мора. Принцип найменшої роботи. Метод Рітца. Метод Бубнова-Гальоркіна. Метод сил та метод переміщень розкриття статичної невизначеності [5, с.108–109]. Поняття про метод скінченних елементів (МСЕ).

**Література:** [1, с.150–159], [5, с.108–109], [14, с.109–136], [17, с.82–114, с.128–171]; [27, с.354–385]; [30, с.84–102].

## **Змістовий модуль 6. Згинання балок на пружній основі і плоских суднових перекриттів**

### **Тема 15. Розрахунок міцності й жорсткості при згинанні одно- та багатопрогонових балок на пружній основі**

Задачі, які зводяться до розрахунку балки на пружній основі. Характеристики пружної основи. Диференціальне рівняння згинання балки на суцільній пружній основі. Граничні умови. Загальне рішення диференціального рівняння для призматичної балки при сталій жорсткості пружної основи. Різні форми подання загального розв'язку. Частинний розв'язок.

Розрахунок на міцність і жорсткість однопрогонових балок з різним закріпленням кінцевих перерізів (задачі Бубнова). Згинання нескінченної і напівнескінченної балок, аналіз їх розв'язків та область застосування.

Розрахунок багатопрогонових призматичних балок на пружній основі постійної жорсткості.

Потенціальна енергія і силова функція зовнішніх сил при згинанні балок на пружній основі. Застосування чисельних методів (сіткових, енергетичних, МСЕ) для розрахунку одно- та багатопрогонових балок на пружній основі при згинанні.

**Література:** [1, с.91–95]; [5, с.126–131]; [27, с.314–319].

### **Тема 16. Розрахунок міцності при згинанні плоских перекриттів суднового корпусу**

Загальні поняття і класифікація суднових перекриттів. Навантаження, які діють на перекриття та характер роботи їх елементів. Перекриття як система перехресних балок. Приєднані пояски балок. Розрахунок плоских простих перекриттів з малим числом балок в обох напрямках [1, с.85–88]. Використання довідкових таблиць для розрахунку перекриттів.

Розрахунок перекриттів з однією або двома симетричними перехресними балками і великою кількістю балок головного напрямку. Розрахунок перекриттів із декількома перехресними балками і великою кількістю балок головного напрямку. Рівняння Бубнова. Поняття про метод головних згинань та наближені методи розрахунку перекриттів.

**Література:** [1, с.85–88, с.110–134]; [5, с.132–136].

## **Змістовий модуль 7. Поперечно-поздовжнє згинання балок (стержнів). Стійкість стиснутих стержнів та їх систем**

### **Тема 17. Диференціальне рівняння поперечно-поздовжнього (складного) згинання балки і його рішення**

Диференціальне рівняння згинання балки при дії поперечного і осьового навантажень та його рішення. Граничні умови. Принцип незалежності дії сил.

Складне згинання призматичної балки з різними умовами закріплення кінців. Оцінка впливу осьової сили на параметри згинання.

Поняття про згинання балок за наявності пружного розпору. Визначення статично невизначуваної повздовжньої сили.

Розрахунок багатопрогонових призматичних балок при складному згинанні.

Потенціальна енергія і силова функція при складному згинанні. Застосування чисельних методів (сіткових, енергетичних, МСЕ) для розрахунку одно- та багатопрогонових балок при складному згинанні.

*Література:* [1, с.182–185]; [5, с.137–143].

### **Тема 18. Стійкість одно- та багатопрогонового стержнів і плоского перекриття**

Основні поняття і загальні положення про стійкість пружних систем. Класифікація явищ втрати стійкості. Методи дослідження стійкості. Диференціальне рівняння стійкості центрально стиснутого стержня зі змінним перерізом при довільному законі зміни поздовжньої сили. Стійкість однопрогонових призматичних стержнів при сталій стискуючій силі.

Урахування відступу від закону Гука при розрахунках стійкості стержнів. Стійкість багатопрогонового стержня на жорстких опорах і на пружних рівновіддалених опорах однакової жорсткості.

Стійкість простого палубного перекриття і його проектування за умови стійкості.

Застосування чисельних методів (сіткових, енергетичних, МСЕ) для визначення ейлеревих критичних сил стержнів та перекриттів.

*Література:* [1, с.168–176]; [5, с.144–158].

### **Змістовий модуль 8. Згинання і стійкість прямокутних пластин та кругових циліндричних оболонок**

#### **Тема 19. Основні поняття і залежності теорії згинання тонких пластин. Система диференціальних рівнянь Кармана**

Згинання суднових пластин. Класифікація пластин за різними ознаками. Основні гіпотези технічної теорії згинання суднових пластин. Залежності між параметрами згинання тонких пластин. Система рівнянь рівноваги елемента пластини та її зведення до диференціальних рівнянь Кармана. Частинні випадки рівнянь Кармана. Граничні умови при різних закріпленнях пластини на опорному контурі.

*Література:* [1, с.160–165]; [5, с.159–167], [25, с.7–13, с.143–207].

#### **Тема 20. Розрахунок міцності при згинанні прямокутних пластин**

Згинання жорстких прямокутних ізотропних пластин та частинні розв'язки Нав'є і Леві для таких пластин. Загальна схема розв'язку при довільному

закріпленні пластин на опорному контурі. Використання довідкових таблиць для визначення параметрів згинання прямокутних пластин.

Застосування чисельних методів (сіткових, енергетичних, МСЕ) для розрахунку параметрів згину жорстких пластин.

**Література:** [1, с.165–167]; [5, с.168–170], [25, с.14–68].

**Тема 21. Розрахунок стійкості прямокутних пластин**

Стійкість шарнірно закріпленої на контурі прямокутної пластини при одновісному стисканні. Практичні формули для визначення критичних ейлеревих напружень суднових пластин при типових навантаженнях в площині пластини. Урахування одночасної дії декількох простих навантажень та вирізів у пластині. Редукційний коефіцієнт площі перерізу пластини, що втрачає стійкість у складі обшивки суднового корпусу. Практичні рекомендації для визначення дійсних критичних напружень пластин з урахуванням відступу від закону Гука.

Застосування чисельних методів (сіткових, енергетичних, МСЕ) для визначення ейлеревих критичних сил пластин.

**Література:** [1, с.176–182]; [5, с.171–175].

**Тема 22. Розрахунок міцності й стійкості кругових циліндричних оболонок при всебічному рівномірному стисканні**

Диференціальне рівняння згинання кругової циліндричної тонкої оболонки під дією всебічного стискання. Граничні умови. Урахування наявності кільцевих шпангоутів. Стійкість кругової циліндричної оболонки. Практичний розрахунок стійкості невідкріплених і відкріплених циліндричних оболонок.

**Література:** [25, с.78–87]; [26, с.83–93, 100–102]; [27, с.460–478].

## Модуль 3

### Семестр 7

**Змістовий модуль 9. Загальна міцність корпусу судна і розрахунок геометричних характеристик еквівалентного бруса**

**Тема 23. Загальна характеристика діючих на корпус зовнішніх сил та критеріїв міцності**

Позитивні якості і недоліки проектування корпусу судна за «Правилами...» класифікаційних товариств та іншими нормативними документами. Характеристика зовнішніх сил, що призводять до деформування корпусу судна. Можливі схеми руйнування корпусу судна і відповідні критерії міцності. Вибір розрахункових станів судна. Складові згинального моменту і перерізуючої сили.

*Література:* [1, с.186–197]; [2, с.5–15].

**Тема 24. Розрахунок геометричних характеристик еквівалентного бруса у першому наближенні та при редукуванні гнучких елементів корпусу**

Поняття про еквівалентний брус та принципи його формування. Рекомендації класифікаційних товариств щодо включення елементів корпусу до складу бруса. Розрахунок геометричних характеристик еквівалентного бруса у першому наближенні. Визначення напружень в елементах бруса при загальному згинанні корпусу судна.

Розрахунок критичних напружень для елементів еквівалентного бруса при згинанні корпусу судна. Визначення критичних напружень палубних перекриттів. Редукування гнучких елементів еквівалентного бруса при виникненні у найбільш віддалених від нейтральної осі елементах бруса граничного рівня нормальних напружень. Практична схема визначення геометричних характеристик еквівалентного бруса при редукуванні гнучких елементів.

*Література:* [1, с.283–290]; [2, с.133–140].

**Змістовий модуль 10. Розрахунок перерізуючих сил і згинальних моментів в поперечних перерізах корпусу судна та перевірка його загальної міцності**

**Тема 25. Розрахунок перерізуючої сили і згинального моменту на тихій воді**

Визначення перерізуючої сили і згинального моменту в перерізах корпусу судна на тихій воді. Наближені методи визначення згинального моменту на тихій воді. Аналіз факторів, що впливають на величину і знак згинального моменту на тихій воді у міделевому перерізі корпусу судна.

*Література:* [1, с.198–204]; [2, с.119–124].

**Тема 26. Розрахунок хвильових складових перерізуючої сили і згинального моменту**

Загальна характеристика підходів щодо визначення хвильових складових перерізуючої сили і згинального моменту в перерізах корпусу судна. Розрахунок цих складових статичною постановкою судна на хвилю. Вплив обводів корпусу, форми хвильового профілю та гідродинамічного тиску на хвильові складові перерізуючої сили і згинального моменту.

Навантаження, що діють на корпус судна при регулярному хвилюванні малої амплітуди. Амплітудно-частотні характеристики хвильових перерізуючої сили і згинального моменту. Практичний розрахунок амплітудних значень хвильового моменту в міделевому перерізі.

Згинання корпусу судна в умовах нерегулярного хвилеутворення. Основні положення, припущення та залежності спектральної теорії статистичного розподілу реакції судна на нерегулярних хвилях. Практична схема розрахунку хвильових перерізуючої сили і згинального моменту при нерегулярному хвилюванні.

**Література:** [1, с.206–219, 382–385]; [2, с.21–69, 125–132].

**Тема 27. Розрахунок ударних навантажень при слемінгу та перевірка загальної міцності корпусу судна**

Розрахунок гідродинамічних навантажень на корпус судна при слемінгу. Статистичні характеристики слемінгу суден. Практична схема розрахунку ударних згинальних моментів. Нормування втомної міцності при загальному згинанні корпусу та граничної міцності при згинанні і зсуві.

**Література:** [1, с.259–273, 296–306, 386–389, 398–402]; [2, с.70–90, 141–145];

## **Змістовий модуль 11. Місцева міцність корпусу судна**

### **Тема 28. Міцність суднових корпусних перекриттів та їх елементів**

Загальні положення і принципи побудови розрахункових схем для окремих конструкцій корпусу судна та їх елементів. Характеристика зовнішніх навантажень на перекриття суднового корпусу та основні методи розрахунку на міцність типових перекриттів. Міцність і стійкість елементів суднових перекриттів (пластин, ребер жорсткості). Урахування наявності вирізів у пластинчастих елементах конструкцій при оцінках міцності й стійкості. Нормування місцевої міцності й стійкості елементів корпусу судна.

**Література:** [1, с.290–293, 403–406]; [2, с.146–162].

### **Тема 29. Міцність корпусу судна при побудові, спуску і докуванні**

Загальна і місцева міцність корпусу судна при побудові та спуску. Особливості розрахунку на міцність корпусу при підйомі судна на сліпі і постановці в сухий та плавучий доки.

**Література:** [3, с.5–61].

## **Змістовий модуль 12. Вібрація корпусу судна та його елементів**

### **Тема 30. Коливання системи з одним і декількома ступенями вільності**

Особливості і задачі динамічних розрахунків корпусу судна і його конструкцій. Диференціальне рівняння коливання системи з одним ступенем вільності. Вільні коливання системи з одним і декількома ступенями вільності. Оцінка впливу сил опору на частоту вільних коливань.

Вимушені коливання системи с одним ступеневим вільності під дією гармонічної збудуючої та раптово прикладеної сили. Коефіцієнти динамічності. Коливання системи з одним ступенем вільності при зміщуванні точки підвішування. Принцип побудови вібровимірювальних приладів та систем.

Вільні і вимушені коливання систем з декількома ступенями вільності.

**Література:** [1, с.307–323]; [28, с.6–81].

### **Тема 31. Поперечні коливання балок і пластин**

Диференціальні рівняння поперечних коливань балки і пластини. Вільні коливання балок незмінного перерізу (шарнірно обпертої, безопорної) і пластин. Властивості форм вільних коливань. Вимушені коливання балки і пластини. Умови виникнення резонансу.

**Література:** [1, с.324–327, 341–344]; [7, с.58–132].

### **Тема 32. Загальна і місцева вібрація корпусу судна та її нормування**

Загальна характеристика сил, що призводять до загальної вібрації корпусу судна. Особливості визначення форм і частот головних коливань корпусу. Розрахункові формули наближеного визначення частот вільних коливань корпусу суден різних типів. Причини місцевої вібрації корпусу і шляхи її зменшення. Нормування загальної і місцевої вібрації.

**Література:** [1, с.327–336]; [8, с.52–55].

## 5.2 Тематичний план навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                                                                                                       | Кількість годин |              |     |    |      |              |              |     |    |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----|----|------|--------------|--------------|-----|----|------|
|                                                                                                                                     | Денна форма     |              |     |    |      | Заочна форма |              |     |    |      |
|                                                                                                                                     | усього          | у тому числі |     |    |      | усього       | у тому числі |     |    |      |
|                                                                                                                                     |                 | лек          | лаб | пр | с.р. |              | лек          | лаб | пр | с.р. |
| <i>I</i>                                                                                                                            | 2               | 3            | 4   | 5  | 6    | 7            | 8            | 9   | 10 | 11   |
| <b>Модуль 1 (М1)</b>                                                                                                                |                 |              |     |    |      |              |              |     |    |      |
| <b>Семестр 5</b>                                                                                                                    |                 |              |     |    |      |              |              |     |    |      |
| <b>Змістовий модуль 1. Основні проблеми будівельної механіки корабля. Базові положення і основні поняття теорії пружності (ЗМ1)</b> |                 |              |     |    |      |              |              |     |    |      |
| <b>Тема 1.</b> Вступ. Проблеми будівельної механіки та основні положення і поняття теорії пружності                                 | 13              | 4            | 0   | 0  | 9    | 14           | 2            | 0   | 0  | 12   |
| <b>Тема 2.</b> Основні рівняння теорії пружності                                                                                    | 17              | 6            | 2   | 0  | 9    | 16           | 2            | 1   | 0  | 13   |
| <b>Разом за ЗМ1</b>                                                                                                                 | 30              | 10           | 2   | 0  | 18   | 30           | 4            | 1   | 0  | 25   |
| <b>Змістовий модуль 2. Загальні схеми вирішення задач теорії пружності</b>                                                          |                 |              |     |    |      |              |              |     |    |      |
| <b>Тема 3.</b> Пряма і зворотна задачі теорії пружності                                                                             | 11              | 4            | 2   | 0  | 5    | 14           | 2            | 1   | 0  | 11   |
| <b>Тема 4.</b> Прості задачі теорії пружності                                                                                       | 4               | 2            | 0   | 0  | 2    | 1            | 0            | 0   | 0  | 1    |
| <b>Разом за ЗМ2</b>                                                                                                                 | 15              | 6            | 2   | 0  | 7    | 15           | 2            | 1   | 0  | 12   |
| <b>Змістовий модуль 3. Додаткові залежності теорії напружено-деформованого стану тіла (ЗМ3)</b>                                     |                 |              |     |    |      |              |              |     |    |      |
| <b>Тема 5.</b> Залежності теорії напруженого стану в точці пружного тіла                                                            | 7               | 2            | 1   | 0  | 4    | 8            | 1            | 1   | 0  | 6    |
| <b>Тема 6.</b> Залежності теорії деформованого стану і критерії міцності                                                            | 8               | 2            | 1   | 0  | 5    | 7            | 1            | 1   | 0  | 5    |
| <b>Разом за ЗМ3</b>                                                                                                                 | 15              | 4            | 2   | 0  | 9    | 15           | 2            | 2   | 0  | 11   |
| <b>Змістовий модуль 4. Визначення напружено-деформованого стану в елементах реальних конструкцій суден (ЗМ4)</b>                    |                 |              |     |    |      |              |              |     |    |      |
| <b>Тема 7.</b> Кручення стержнів із незмінним поперечним перерізом                                                                  | 7               | 2            | 2   | 0  | 3    | 8            | 1            | 0   | 0  | 7    |
| <b>Тема 8.</b> Плоска задача теорії пружності елементах корпусних конструкцій                                                       | 12              | 4            | 5   | 0  | 3    | 10           | 1            | 1   | 0  | 8    |
| <b>Тема 9.</b> Сіткові чисельні методи рішення задач теорії                                                                         | 6               | 2            | 0   | 0  | 4    | 10           | 0            | 0   | 0  | 10   |

| Назви змістових модулів і тем                                                                                                                       | Кількість годин |              |          |          |          |              |              |          |           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|----------|----------|----------|--------------|--------------|----------|-----------|-----------|
|                                                                                                                                                     | Денна форма     |              |          |          |          | Заочна форма |              |          |           |           |
|                                                                                                                                                     | усього          | у тому числі |          |          |          | усього       | у тому числі |          |           |           |
|                                                                                                                                                     |                 | лек          | лаб      | пр       | с.р.     |              | лек          | лаб      | пр        | с.р.      |
| <i>I</i>                                                                                                                                            | <i>2</i>        | <i>3</i>     | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i>     | <i>8</i>     | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> |
| пружності і будівельної механіки                                                                                                                    |                 |              |          |          |          |              |              |          |           |           |
| <b>Тема 10.</b> Експериментальні методи визначення деформацій і напружень                                                                           | 5               | 2            | 2        | 0        | 1        | 2            | 0            | 1        | 0         | 1         |
| <b>Разом за ЗМ4</b>                                                                                                                                 | 30              | 10           | 9        | 0        | 11       | 30           | 2            | 2        | 0         | 26        |
| <b>Разом за М1 (семестр 5)</b>                                                                                                                      | 90              | 30           | 15       | 0        | 45       | 90           | 10           | 6        | 0         | 74        |
| <b>Модуль 2 (М2)</b>                                                                                                                                |                 |              |          |          |          |              |              |          |           |           |
| <b>Семестр 6</b>                                                                                                                                    |                 |              |          |          |          |              |              |          |           |           |
| <b>Змістовий модуль 5. Згинання балок і плоских рам (ЗМ5)</b>                                                                                       |                 |              |          |          |          |              |              |          |           |           |
| <b>Тема 11.</b> Розрахунок міцності й жорсткості однопрогонових балок на жорстких та пружних опорах при плоскому поперечному згинанні               | 11              | 2            | 0        | 4        | 5        | 11           | 1            | 0        | 1         | 9         |
| <b>Тема 12.</b> Розрахунок міцності й жорсткості багатопрогонових нерозрізних балок на жорстких та пружних опорах при плоскому поперечному згинанні | 17              | 2            | 5        | 4        | 6        | 15           | 2            | 1        | 1         | 11        |
| <b>Тема 13.</b> Розрахунок міцності й жорсткості простих і складних плоских рам з лінійно-нерухомими вузлами                                        | 8               | 2            | 2        | 2        | 2        | 5            | 1            | 1        | 1         | 2         |
| <b>Тема 14.</b> Енергетичні методи і загальні теореми будівельної механіки. Поняття про метод скінченних елементів                                  | 9               | 2            | 2        | 0        | 5        | 14           | 1            | 1        | 0         | 12        |
| <b>Разом за ЗМ5</b>                                                                                                                                 | 45              | 8            | 9        | 10       | 18       | 45           | 5            | 3        | 3         | 34        |
| <b>Змістовий модуль 6. Згинання балок на пружній основі і плоских суднових перекриттів (ЗМ6)</b>                                                    |                 |              |          |          |          |              |              |          |           |           |
| <b>Тема 15.</b> Розрахунок міцності й жорсткості при згинанні одно- та багатопрогонових балок на пружній основі                                     | 13              | 4            | 0        | 4        | 5        | 11           | 0,5          | 0        | 0,5       | 10        |
| <b>Тема 16.</b> Розрахунок міцності при згинанні плоских перекриттів суднового корпусу                                                              | 17              | 4            | 2        | 4        | 7        | 19           | 0,5          | 1        | 1         | 16,5      |
| <b>Разом за ЗМ6</b>                                                                                                                                 | 30              | 8            | 2        | 8        | 12       | 30           | 1            | 1        | 1,5       | 26,5      |
| <b>Змістовий модуль 7. Поперечно-поздовжнє згинання балок (стержнів). Стійкість стиснутих стержнів та їх систем (ЗМ7)</b>                           |                 |              |          |          |          |              |              |          |           |           |

| Назви змістових модулів і тем                                                                                                                | Кількість годин |              |     |    |      |              |              |     |     |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----|----|------|--------------|--------------|-----|-----|------|
|                                                                                                                                              | Денна форма     |              |     |    |      | Заочна форма |              |     |     |      |
|                                                                                                                                              | усього          | у тому числі |     |    |      | усього       | у тому числі |     |     |      |
|                                                                                                                                              |                 | лек          | лаб | пр | с.р. |              | лек          | лаб | пр  | с.р. |
| <i>I</i>                                                                                                                                     | 2               | 3            | 4   | 5  | 6    | 7            | 8            | 9   | 10  | 11   |
| <b>Тема 17.</b> Диференціальне рівняння поперечно-поздовжнього (складного) згинання балки і його рішення                                     | 8               | 2            | 0   | 2  | 4    | 11           | 0,5          | 0   | 0,5 | 10   |
| <b>Тема 18.</b> Стійкість одно- та багатопрогонового стержнів і плоского перекриття                                                          | 22              | 4            | 4   | 6  | 8    | 19           | 0,5          | 0   | 1   | 17,5 |
| <b>Разом за ЗМ7</b>                                                                                                                          | 30              | 6            | 4   | 8  | 12   | 30           | 1            | 0   | 1,5 | 27,5 |
| <b>Змістовий модуль 8. Згинання і стійкість прямокутних пластин та кругових циліндричних оболонок (ЗМ 8)</b>                                 |                 |              |     |    |      |              |              |     |     |      |
| <b>Тема 19.</b> Основні поняття і залежності теорії згинання тонких пластин. Система диференціальних рівнянь Кармана                         | 6               | 2            | 0   | 0  | 4    | 6,5          | 0,5          | 0   | 0   | 6    |
| <b>Тема 20.</b> Розрахунок міцності при згинанні прямокутних пластин                                                                         | 10              | 2            | 0   | 2  | 6    | 10,25        | 0,25         | 0   | 1   | 9    |
| <b>Тема 21.</b> Розрахунок стійкості прямокутних пластин                                                                                     | 10              | 2            | 0   | 2  | 6    | 9,25         | 0,25         | 0   | 1   | 8    |
| <b>Тема 22.</b> Розрахунок міцності й стійкості кругових циліндричних оболонок при всебічному рівномірному стисканні                         | 4               | 2            | 0   | 0  | 2    | 4            | 0            | 0   | 0   | 4    |
| <b>Разом за ЗМ8</b>                                                                                                                          | 30              | 8            | 0   | 4  | 18   | 30           | 1            | 0   | 2   | 27   |
| <b>Разом за М2 (семестр 6)</b>                                                                                                               | 135             | 30           | 15  | 30 | 60   | 135          | 8            | 4   | 8   | 115  |
| <b>Модуль 3 (М3)</b>                                                                                                                         |                 |              |     |    |      |              |              |     |     |      |
| <b>Семестр 7</b>                                                                                                                             |                 |              |     |    |      |              |              |     |     |      |
| <b>Змістовий модуль 9. Загальна міцність корпусу судна і розрахунок геометричних характеристик еквівалентного бруса (ЗМ9)</b>                |                 |              |     |    |      |              |              |     |     |      |
| <b>Тема 23.</b> Загальна характеристика діючих на корпус зовнішніх сил та критеріїв міцності                                                 | 5               | 2            | 0   | 0  | 3    | 5,5          | 0,5          | 0   | 0   | 5    |
| <b>Тема 24.</b> Розрахунок геометричних характеристик еквівалентного бруса у першому наближенні та при редукуванні гнучких елементів корпусу | 10              | 2            | 0   | 2  | 6    | 9,5          | 1            | 0   | 1   | 7,5  |
| <b>Разом за ЗМ9</b>                                                                                                                          | 15              | 4            | 0   | 2  | 9    | 15           | 1,5          | 0   | 1   | 12,5 |
| <b>Змістовий модуль 10. Розрахунок перерізуючих сил і згинальних моментів в поперечних перерізах корпусу судна та перевірка</b>              |                 |              |     |    |      |              |              |     |     |      |

| Назви змістових модулів і тем                                                                             | Кількість годин |              |     |    |      |              |              |     |    |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----|----|------|--------------|--------------|-----|----|------|
|                                                                                                           | Денна форма     |              |     |    |      | Заочна форма |              |     |    |      |
|                                                                                                           | усього          | у тому числі |     |    |      | усього       | у тому числі |     |    |      |
|                                                                                                           |                 | лек          | лаб | пр | с.р. |              | лек          | лаб | пр | с.р. |
| <i>I</i>                                                                                                  | 2               | 3            | 4   | 5  | 6    | 7            | 8            | 9   | 10 | 11   |
| <b>його загальної міцності (ЗМ10)</b>                                                                     |                 |              |     |    |      |              |              |     |    |      |
| <b>Тема 25.</b> Розрахунок перерізуючої сили і згинального моменту на тихій воді                          | 4               | 1            | 0   | 1  | 2    | 5            | 1            | 0   | 1  | 3    |
| <b>Тема 26.</b> Розрахунок хвильових складових перерізуючої сили і згинального моменту                    | 5               | 1            | 0   | 1  | 3    | 6            | 1            | 0   | 1  | 4    |
| <b>Тема 27.</b> Розрахунок ударних навантажень при слемінгу та перевірка загальної міцності корпусу судна | 6               | 2            | 0   | 2  | 2    | 4            | 1            | 0   | 1  | 2    |
| <b>Разом за ЗМ10</b>                                                                                      | 15              | 4            | 0   | 4  | 7    | 15           | 3            | 0   | 3  | 9    |
| <b>Змістовий модуль 11. Місцева міцність корпусу судна (ЗМ11)</b>                                         |                 |              |     |    |      |              |              |     |    |      |
| <b>Тема 28.</b> Міцність суднових корпусних перекриттів та їх елементів                                   | 4               | 1            | 0   | 0  | 3    | 5,25         | 0,25         | 0   | 0  | 5    |
| <b>Тема 29.</b> Міцність корпусу судна при побудові, спуску і докуванні                                   | 11              | 3            | 0   | 0  | 8    | 9,75         | 0,25         | 0   | 0  | 9,5  |
| <b>Разом за ЗМ11</b>                                                                                      | 15              | 4            | 0   | 0  | 11   | 15           | 0,5          | 0   | 0  | 14,5 |
| <b>Змістовий модуль 12. Вібрація корпусу судна та його елементів (ЗМ12)</b>                               |                 |              |     |    |      |              |              |     |    |      |
| <b>Тема 30.</b> Коливання системи з одним і декількома ступенями вільності                                | 11              | 1            | 0   | 4  | 6    | 11           | 1            | 0   | 2  | 8    |
| <b>Тема 31.</b> Поперечні коливання балок і пластин                                                       | 9               | 1            | 0   | 2  | 6    | 11           | 1            | 0   | 1  | 9    |
| <b>Тема 32.</b> Загальна і місцева вібрація корпусу судна та її нормування                                | 10              | 1            | 0   | 3  | 6    | 8            | 1            | 0   | 1  | 6    |
| <b>Разом за ЗМ12</b>                                                                                      | 30              | 3            | 0   | 9  | 18   | 30           | 3            | 0   | 4  | 23   |
| <b>Разом за М3 (семестр 7)</b>                                                                            | 75              | 15           | 0   | 15 | 45   | 75           | 8            | 0   | 8  | 59   |
| <b>Разом за увесь курс</b>                                                                                | 300             | 75           | 30  | 45 | 150  | 300          | 26           | 10  | 16 | 248  |

### 5.3 Теми лабораторних занять

| №                                     | Назва лабораторної роботи                                                                                                       | Кількість годин |          |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|
|                                       |                                                                                                                                 | Денне           | Заочне   |
| 1                                     | 2                                                                                                                               | 3               | 4        |
| <b>Модуль 1 (семестр 5)</b>           |                                                                                                                                 |                 |          |
| 1                                     | Розв'язування задач з використанням основних рівнянь теорії пружності [тема 1, 2]                                               | 2               | 1        |
| 2                                     | Вирішування різних типів зворотної задачі теорії пружності [тема 3]                                                             | 2               | 1        |
| 3                                     | Дослідження напружено-деформованого стану в точках пружного тіла [тема 5, 6]                                                    | 2               | 2        |
| 4                                     | Розв'язування задач при чистому крученні тонкостінних стержнів з одно- і багатозв'язними формами перерізів [тема 7]             | 2               | 0        |
| 5                                     | Дослідження плоского напруженого стану пружних тіл [тема 8]                                                                     | 2               | 0        |
| 6                                     | Поляризаційно-оптичний метод визначення напружень в плоскому тілі [оформити звіт] [тема 8]                                      | 3               | 1        |
| 7                                     | Визначення напружень в тілі методом електротензометрування [оформити звіт] [тема 10]                                            | 2               | 1        |
| <b>Всього за Модуль 1 (семестр 5)</b> |                                                                                                                                 | <b>15</b>       | <b>6</b> |
| <b>Модуль 2 (семестр 6)</b>           |                                                                                                                                 |                 |          |
| 8                                     | Експериментально-теоретичне дослідження параметрів згинання багатопрогонової балки на жорстких опорах [тема 12]                 | 2               | 0        |
| 9                                     | Експериментально-теоретичне дослідження параметрів згинання багатопрогонової балки на пружних опорах [оформити звіт] [тема 12]  | 3               | 1        |
| 10                                    | Експериментально-теоретичне дослідження параметрів згинання плоскої рами з лінійно-нерухомими вузлами [оформити звіт] [тема 13] | 2               | 1        |
| 11                                    | Вивчення теореми про взаємність робіт та теореми про взаємність переміщень [тема 14]                                            | 2               | 1        |
| 12                                    | Експериментально-теоретичне дослідження параметрів згинання плоского перекриття [тема 16]                                       | 2               | 1        |
| 13                                    | Експериментально-теоретичне дослідження стійкості багатопрогонового стержня [тема 18]                                           | 2               | 0        |
| 14                                    | Експериментально-теоретичне дослідження стійкості простого плоского перекриття [тема 18]                                        | 2               | 0        |
| <b>Всього за Модуль 2 (семестр 6)</b> |                                                                                                                                 | <b>15</b>       | <b>4</b> |

### 5.4 Теми практичних занять

| №                           | Назва теми                                       | Кількість годин |        |
|-----------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|--------|
|                             |                                                  | Денне           | Заочне |
| 1                           | 2                                                | 3               | 4      |
| <b>Модуль 2 (семестр 6)</b> |                                                  |                 |        |
| 1                           | Розрахунок на міцність і жорсткість при згинанні | 4               | 1      |

| №                                     | Назва теми                                                                                                                                                              | Кількість годин |          |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|
|                                       |                                                                                                                                                                         | Денне           | Заочне   |
| 1                                     | 2                                                                                                                                                                       | 3               | 4        |
|                                       | однопрогонових балок [тема 11]                                                                                                                                          |                 |          |
| 2                                     | Розрахунок на міцність і жорсткість при згинанні багатопрогонових балок з пружними опорами [тема 12]                                                                    | 4               | 1        |
| 3                                     | Розрахунок на міцність і жорсткість при згинанні плоских рам з лінійно нерухомими вузлами [тема 13]                                                                     | 2               | 1        |
| 4                                     | Розрахунок на міцність і жорсткість при згинанні балок на суцільній пружній основі [тема 15]                                                                            | 4               | 0,5      |
| 5                                     | Розрахунок міцності простого плоского перекриття суднового корпусу при згинанні [тема 16]                                                                               | 4               | 1        |
| 6                                     | Розрахунок міцності балок при поперечно-поздовжньому згинанні [тема 17]                                                                                                 | 2               | 0,5      |
| 7                                     | Визначення критичних напружень стискуючих стержнів (балок) при пружному і пружно-пластичному деформуванні [тема 18]                                                     | 3               | 0,25     |
| 8                                     | Розрахунок стійкості простого плоского перекриття при одновісному стисканні [тема 18]                                                                                   | 3               | 0,75     |
| 9                                     | Розрахунок міцності і жорсткості прямокутних пластин при згинанні [тема 20]                                                                                             | 2               | 1        |
| 10                                    | Розрахунок критичних напружень при пружному і пружно-пластичному деформуванні від діючих в площині пластини зусиль [тема 21]                                            | 2               | 1        |
| <b>Всього за Модуль 2 (семестр 6)</b> |                                                                                                                                                                         | <b>30</b>       | <b>8</b> |
| <b>Модуль 3 (семестр 7)</b>           |                                                                                                                                                                         |                 |          |
| 11                                    | Розрахунок геометричних характеристик еквівалентного бруса при редукуванні гнучких в'язів корпусу судна [тема 24]                                                       | 2               | 1        |
| 12                                    | Визначення перерізуючих сил і згинальних моментів в перерізах корпусу судна на тихій воді, на хвилюванні та від дії удару [тема 25, 26, 27]                             | 2               | 2        |
| 13                                    | Перевірка загальної міцності корпусу судна за втомою і граничними моментами [тема 27]                                                                                   | 2               | 1        |
| 14                                    | Теоретично-експериментальне дослідження вільних і вимушених коливань системи з одним ступенем вільності [тема 30] [оформити звіт] <sup>1</sup>                          | 2               | 1        |
| 15                                    | Теоретично-експериментальне дослідження коливань системи з трьома ступенями вільності [тема 30] [оформити звіт]                                                         | 2               | 1        |
| 16                                    | Теоретично-експериментальне дослідження коливань системи з розподіленою масою (системи з нескінченним числом ступенів вільності) [тема 31] [оформити звіт] <sup>2</sup> | 2               | 1        |
| 17                                    | Розрахунок частот і форм вільних коливань корпусу судна з врахуванням впливу забортної води. Нормування місцевої                                                        | 3               | 1        |

<sup>1</sup> Результати цієї роботи використовуються для РГР 10 (див. табл. п. 5.5);

<sup>2</sup> Результати цієї роботи використовуються для РГР 11 (див. табл. п. 5.5);

| № | Назва теми                               | Кількість годин |          |
|---|------------------------------------------|-----------------|----------|
|   |                                          | Денне           | Заочне   |
| 1 | 2                                        | 3               | 4        |
|   | міцності за Правилами Регістру [тема 32] |                 |          |
|   | <b>Всього за Модуль 3 (семестр 7)</b>    | <b>15</b>       | <b>8</b> |

### 5.5 Розрахунково-графічні роботи (РГР) для самостійної роботи

| №                           | Назва роботи                                                                                                                   | Кількість годин |           |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|
|                             |                                                                                                                                | Денне           | Заочне    |
| 1                           | 2                                                                                                                              | 3               | 4         |
| <b>Модуль 1 (семестр 5)</b> |                                                                                                                                |                 |           |
| 1                           | Рішення зворотної задачі теорії пружності [4, с.18–25] [тема 3]                                                                | 5               | 11        |
| 2                           | Дослідження зовнішнього навантаження та компонентів напружено-деформованого стану заданого пружного тіла [4, с.26–40] [тема 3] | 6               | 13        |
| 3                           | Дослідження напружено-деформованого стану в точках пружного тіла [4, с.55–66] [тема 5, 6]                                      | 6               | 13        |
| 4                           | Розрахунок міцності й жорсткості тонкостінного призматичного стержня при чистому крученні [4, с.71–86] [тема 7]                | 6               | 13        |
|                             | <b>Всього за Модуль 1 (семестр 5)</b>                                                                                          | <b>23</b>       | <b>50</b> |
| <b>Модуль 2 (семестр 6)</b> |                                                                                                                                |                 |           |
| 5                           | Розрахунок міцності й жорсткості згинанні багатопрогонової призматичної балки з пружними опорами [тема 12]                     | 8               | 14        |
| 6                           | Розрахунок міцності й жорсткості суднової шпангоутної рами з лінійно нерухомими вузлами [тема 13]                              | 4               | 10        |
| 7                           | Розрахунок міцності й жорсткості при згинанні простого суднокорпусного перекриття [тема 16]                                    | 8               | 14        |
| 8                           | Перевірка міцності і розрахунок стійкості пластинчастого елемента корпусу судна [тема 20, 21]                                  | 2               | 4         |
|                             | <b>Всього за Модуль 2 (семестр 6)</b>                                                                                          | <b>22</b>       | <b>42</b> |
| <b>Модуль 3 (семестр 7)</b> |                                                                                                                                |                 |           |
| 9                           | Розрахунок геометричних характеристик еквівалентного бруса при редукуванні гнучких в'язів корпусу судна [тема 24]              | 5               | 10        |
| 10                          | Розрахунок вільних коливань системи з одним ступенем вільності з урахуванням маси пружної в'язі [тема 30]                      | 5               | 11        |
| 11                          | Розрахунок вільних коливань системи з розподіленою масою [тема 31]                                                             | 5               | 11        |
|                             | <b>Всього за Модуль 3 (семестр 7)</b>                                                                                          | <b>15</b>       | <b>32</b> |

## 5.6 Самостійна робота студентів

| № | Вид роботи                             | Кількість годин |              |
|---|----------------------------------------|-----------------|--------------|
|   |                                        | Денна форма     | Заочна форма |
| 1 | 2                                      | 3               | 4            |
| 1 | Підготовка до лекцій                   | 37              | 37           |
| 2 | Підготовка до практичних занять        | 23              | 37           |
| 3 | Підготовка до лабораторних робіт       | 30              | 50           |
| 4 | Виконання розрахунково-графічних робіт | 60              | 124          |
| 5 | <b>Разом</b>                           | 150             | 248          |

## 5.7 Розподіл видів робіт за темами і змістовними модулями

| Модуль<br>(М) | Змістовний модуль (ЗМ) | Тема (Т) | Види робіт |                        |          |
|---------------|------------------------|----------|------------|------------------------|----------|
|               |                        |          | РГР        | ЛР                     | ПР       |
| 2             | 3                      | 4        | 5          | 6                      | 7        |
| М1            | ЗМ1                    | T1       | –          | ЛР1                    | –        |
|               |                        | T2       | –          |                        | –        |
|               | ЗМ2                    | T3       | РГР1, РГР2 | ЛР2                    | –        |
|               |                        | T4       | –          | –                      | –        |
|               | ЗМ3                    | T5       | РГР3       | ЛР3                    | –        |
|               |                        | T6       |            |                        | –        |
|               | ЗМ4                    | T7       | РГР4       | ЛР4                    | –        |
|               |                        | T8       | –          | ЛР5, ЛР6* <sup>3</sup> | –        |
|               |                        | T9       | –          | –                      | –        |
|               |                        | T10      | –          | ЛР7*                   | –        |
| М2            | ЗМ5                    | T11      | –          | –                      | ПР1      |
|               |                        | T12      | РГР5       | ЛР8, ЛР9*              | ПР2      |
|               |                        | T13      | РГР6       | ЛР10*                  | ПР3      |
|               |                        | T14      | –          | ЛР11                   | –        |
|               | ЗМ6                    | T15      | –          | –                      | ПР4      |
|               |                        | T16      | РГР7       | ЛР12                   | ПР5      |
|               | ЗМ7                    | T17      | –          | –                      | ПР6      |
|               |                        | T18      | –          | ЛР13, ЛР14             | ПР7, ПР8 |
|               | ЗМ8                    | T19      | –          | –                      | –        |
|               |                        | T20      | РГР8       | –                      | ПР9      |
|               |                        | T21      |            | –                      | ПР10     |
|               |                        | T22      | –          | –                      | –        |
| М3            | ЗМ9                    | T23      | –          | –                      | –        |
|               |                        | T24      | РГР9       | –                      | ПР11     |

<sup>3</sup> Зірочкою (\*) позначені ЛР та ПР, до яких необхідно оформити звіт, і які оцінюються за критеріями в табл. 8.1.

| Модуль<br>(М) | Змістовний модуль (ЗМ) | Тема (Т) | Види робіт |    |                     |
|---------------|------------------------|----------|------------|----|---------------------|
|               |                        |          | РГР        | ЛР | ПР                  |
| 2             | 3                      | 4        | 5          | 6  | 7                   |
|               | ЗМ10                   | T25      | —          | —  | ПР12, ПР13<br>(Т27) |
|               |                        | T26      | —          | —  |                     |
|               |                        | T27      | —          | —  |                     |
|               | ЗМ11                   | T28      | —          | —  | —                   |
|               |                        | T29      | —          | —  | —                   |
|               | ЗМ12                   | T30      | РГР10      | —  | ПР14*, ПР15*        |
|               |                        | T31      | РГР11      | —  | ПР16*               |
|               |                        | T32      | —          | —  | ПР17                |

## 6 Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

### 6.1 Методи навчання за класичною класифікацією

Застосовуються наступні методи навчання за класичною класифікацією.

**Для всіх видів занять:**

- робота з літературою – опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;
- пояснення – словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;
- демонстрування – наочно-чуттєве ознайомлення здобувачів з явищами, процесами, об'єктами в їх природному вигляді.

**Для лекційних занять:**

- лекція – усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;
- ілюстрування – показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;
- відеометод – використання відеоматеріалів для активізації наочно-чуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості.

### ***Для практичних, лабораторних та семінарських занять:***

- лабораторна робота – вивчення в спеціальних умовах явищ природи за допомогою спеціального обладнання;
- практична робота – метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;
- інструктаж – ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;
- спостереження – тривале цілеспрямоване сприймання об'єктів чи явищ із фіксацією змін, які в них відбуваються, і виявлення на цій основі внутрішніх зв'язків і залежностей, розкриття сутності явищ.

### ***Методи контролю і самоконтролю:***

- фронтальне опитування;
- контрольні роботи, твори, диктанти, письмові заліки;
- контрольні тестові роботи програмованого типу (перелік запитань і можливі варіанти відповідей);
- лабораторний контроль;
- графічна перевірка.

## **6.2 Методи навчання за альтернативною класифікацією**

За альтернативною класифікацією застосовуються наступні методи навчання:

- пояснювально-ілюстративний метод – повідомлення готової інформації різними засобами (словесними, наочними, практичними) та усвідомлення і запам'ятовування цієї інформації здобувачами;
- репродуктивний метод – відтворення здобувачем способів діяльності за визначеним викладачем алгоритмом;
- частково-пошуковий – метод, за якого певні елементи знань повідомляє викладач, а частину здобувачі здобувають самостійно, відповідаючи на поставлені запитання чи розв'язуючи проблемні завдання;
- дослідницький – творче застосування знань, оволодіння методами наукового пізнання, формування досвіду самостійного наукового пошуку.

## **6.3 Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів**

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- усні відповіді;
- виконання практичних завдань;
- контрольні роботи;
- екзамени;

- комплексні іспити;
- стандартизовані тести;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи.

## 7 Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе бали за виконані РГР, обрані ЛР і ПР, оцінки з ПМК за темами змістовних модулів, проміжного та заключного екзамену або заліку.

Всі РГР, обрані ЛР і ПР обов'язково повинні бути виконані, представлені до перевірки і захищенні. Форму захисту РГР, обраних ЛР і ПР викладач визначає самостійно. Окремих додаткових балів за захист вказаних робіт не надається. Остаточна оцінка/бали за РГР, обрані ЛР і ПР може бути зменшена з урахуванням захисту вказаних робіт. Тобто, якщо робота виконана на найвищий бал згідно критеріїв оцінювання (див. нижче), то ця оцінка може бути зменшена при невдалому захисті. Оцінка за окрему готову РГР, обрану ЛР і ПР виставляється лише після її захисту.

Обрані ЛР і/або ПР, це такі роботи, до яких необхідно оформити звіт. В табл. п. 5.3 і 5.4 вказані лабораторні і практичні роботи, до яких необхідно оформити звіти. Практична робота, до якої необхідно оформити звіт оцінюється за критеріями лабораторної роботи. Якщо в табл. п.5.3 і 5.4 до робіт не вказано оформити звіт, то матеріал цієї лабораторної і/або практичної роботи повинен бути відображений в конспектах студентів. Наявність відображених робіт в конспекті є ще однією умовою допуску студента до здачі екзамену. Ті лабораторні і/або практичні роботи, до яких не вимагається звіту є по суті лабораторно-практичними роботами, де викладач експериментально (або теоретично) демонструє перевірку/підтвердження понять, гіпотез, ідей тощо, які присутні в математичному апараті розділів дисципліни «будівельна механіка корабля». Викладач може вимагати оформити звіт до будь-якої іншої ЛР або ПР, окрім вказаних в табл. п.5.3 і 5.4, за який повинні нараховуватися бали.

До всіх РГР оформлюються звіти.

У 5-му, 6-му семестрах заключним контролем є письмовий **екзамен**, за який можна отримати щонайбільше **42 бали**. Екзамен поєднує два теоретичні питання і задачу. Максимальна кількість балів за виконання задачі складає 24 бали, а за одну повну відповідь на кожне теоретичне питання – 9 балів (див. табл. 8.5, 8.6). Ще щонайбільше **58 балів** студент може отримати при виконанні контрольних тестів (див. табл. 8.3), розрахунково-графічних, лабораторних і практичних робіт (див. табл. 8.2, 8.1), що в сумі з оцінкою заключного екзамену складатиме **100 балів**.

У 7-му семестрі заключним контролем є письмовий залік, за який щонайбільше можна отримати **45 балів**. Зміст заліку полягає в написанні відповідей на 5 теоретичних питань. Максимальна кількість балів за одну повну відповідь на кожне теоретичне питання становить 9 балів (див. табл. 8.5). Ще щонайбільше **55 балів** студент може отримати при виконанні контрольних тестів (див. табл. 8.3), розрахунково-графічних, лабораторних і практичних робіт (див. табл. 8.2, 8.1), що в сумі з оцінкою заключного екзамену складатиме **100 балів**.

## 8 Критерії оцінювання результатів навчання

До оцінювання приймаються звіти, які виконані згідно діючих вимог до оформлення (в т.ч. вимог, встановлених викладачем). Якщо викладач не може прочитати ключову інформацію (текстову, графічну, будь-яку тощо), яка міститься у звітах до РГР, ЛР, ПР, ПМК, у матеріалах письмового екзамену чи заліку, то вважається, що тієї інформації немає.

Якщо звіти до РГР, ЛР, ПР, ПМК, матеріали письмового екзамену чи заліку виконані з критичними порушеннями вимог до оформлення, то вважається, що робота не виконувалася.

Звіти можна виконувати рукописно, із застосуванням комп'ютерної техніки або комбіновано (рукописно + із застосуванням комп'ютерної техніки).

В табл. 8.1 наведені критерії оцінювання ЛР, ПР. В табл. 8.2 наведені критерії оцінювання РГР. В табл. 8.3 наведені критерії оцінювання ПМК. В табл. 8.5 наведені критерії оцінювання відповіді на одне теоретичне питання для екзамену і заліку. В табл. 8.6 наведені критерії оцінювання однієї задачі для екзамену.

Якщо маються ситуації, які не описані в табл. 8.1, 8.2, 8.3, 8.5, 8.6, то викладач може застосувати альтернативний спосіб оцінювання, прив'язуючи оцінку пропорційно до % якості відображених знань студентом в РГР, ЛР, ПР, ПМК, матеріалах письмового екзамену чи заліку.

Формула вважається невірною, якщо в ній є хоча б одна помилка. Обчислення (за формулою або самотійне) вважається невірним, якщо кінцевий результат обчислення є невірним, навіть якщо підстановка чисел є вірною. Обчислення за невірними формулами є невірним, навіть якщо це обчислення виконано правильно, але за невірною формулою. Одна розрахункова схема вважається невірною, якщо вона містить хоча б одне критично невірне зображення зовнішніх сил, закріплень, геометричних розмірів, числової та символічної інформації і одиниць вимірювання. Одна графічна побудова вважається невірною, якщо вона містить хоча б один критично невірний графічний елемент, числову та символічну інформацію і одиниці вимірювання. При чому не витримування масштабу до розрахункових схем або графічних побудов не є помилкою.

РГР або задача оцінюються у послідовності: розрахункова схема (якщо є) → формули → обчислення → графічні побудови на основі обчислень (якщо є). Якщо якийсь із вказаних ланцюгів є невірним, то вважається, що решта наступних ланцюгів є невірною.

Таблиця 8.1 – Критерії оцінювання лабораторних і/або практичних робіт

| Бали | Опис критерію                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5    | Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотези досліджень. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.                                                                                                                               |
| 4    | Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.                                                                                                  |
| 3    | Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках.                                                                                                                            |
| 2    | Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно під наглядом викладача; складений звіт містить неточності у висновках.                                                                                                                                           |
| 1    | Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить помилки.                                                                                                                                                                    |
| -2   | Кількість балів, яка віднімається від вже отриманої кількості балів за одну невірну відповідь на одне питання викладача, яке стосується захисту ЛР або ПР. Викладач по кожному ЛР/ПР задає 2 питання зі списків питань для захисту ЛР і ПР, які у свою чергу заздалегідь надаються студентам для ознайомлення. |
| 0    | Робота не виконувалася                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Таблиця 8.2 – Критерії оцінювання розрахунково-графічної роботи

| Бали | Опис критерію                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8    | <b>Максимально можлива кількість балів.</b><br>Робота виконана у встановлений термін, з дотриманням основних вимог до оформлення. Текстова інформація може бути прочитана, а графічна інформація – однозначно зрозуміла. Пояснення чіткі, стислі, зрозумілі і послідовні. Розрахункові схеми, графічні побудови, формули та обчислення вірні. Висновки коректні і відповідають поставленим задачам. |
| 7    | Всі розрахункові схеми, графічні побудови, формули і розрахунки вірні. Пояснення в РГР нечіткі, неповні, але можуть бути уточнені студентом.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 6    | Всі розрахункові схеми вірні. Всі формули вірні. Більше половини розрахунків вірні. Графічні побудови містять помилки.                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5    | Всі розрахункові схеми вірні. Всі формули вірні. Менше половини розрахунків вірні. Графічні побудови містять помилки.                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4    | Більше 50% поставлених задач в РГР виконані невірно.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3    | Всі розрахункові схеми вірні. Більше половини формул невірні. Більше половини розрахунків за вірними формулами невірні.                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2    | Більше половини розрахункових схем невірні. Більше половини формул невірні.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| Бали | Опис критерію                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | Більше половини розрахунків за вірними формулами невірні.                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1    | Робота виконана з порушенням встановлених термінів і вимог до оформлення та містить помилки, які студент не може самостійно виправити.                                                                                                                                                             |
| -2   | Кількість балів, яка віднімається від вже отриманої кількості балів за одну невірну відповідь на одне питання викладача, яке стосується захисту РГР. Викладач по кожному РГР задає 4 питання зі списків питань для захисту РГР, які у свою чергу заздалегідь надаються студентам для ознайомлення. |
| -1   | Кількість балів, яка віднімається від вже отриманої кількості балів за одне невірне пояснення (але не більше -4 балів сумарно за всі невірні пояснення).                                                                                                                                           |
| -0,5 | Кількість балів, яка віднімається від вже отриманої кількості балів за одне неточне (неповне, нечітке, але у вірному напрямі) пояснення (але не більше -4 балів сумарно за всі неточності).                                                                                                        |
| -1   | Кількість балів, яка віднімається від вже отриманої кількості балів за порушення встановленого терміну здачі РГР.                                                                                                                                                                                  |
| 0    | Робота не виконувалася.                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Таблиця 8.3 – Критерії оцінювання поточного модульного контролю (ПМК) у формі тестування

|                          |        |       |       |       |     |
|--------------------------|--------|-------|-------|-------|-----|
| Правильних відповідей, % | 80-100 | 60-80 | 40-60 | 20-40 | <20 |
| Бали                     | 4      | 3     | 2     | 1     | 0   |

Таблиця 8.4 – Розподіл кількості балів за видами робіт без врахування екзамену або заліку

| № | Форма контролю                                | Максимальна кількість балів |                   |                   |
|---|-----------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|
|   |                                               | 1-й модуль                  | 2-й модуль        | 3-й модуль        |
| 1 | Виконання розрахунково-графічних робіт        | $4 \times 8 = 32$           | $4 \times 8 = 32$ | $3 \times 8 = 24$ |
| 2 | Виконання лабораторних і/або практичних робіт | $2 \times 5 = 10$           | $2 \times 5 = 10$ | $3 \times 5 = 15$ |
| 3 | Поточний модульний контроль                   | $4 \times 4 = 16$           | $4 \times 4 = 16$ | $4 \times 4 = 16$ |
| 4 | <b>Всього</b>                                 | <b>58</b>                   | <b>58</b>         | <b>55</b>         |

Таблиця 8.5 – Критерії оцінювання відповіді на одне теоретичне питання для екзамену і заліку

| Бал        | Критерії оцінювання                                                                                                                                                            |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9          | <b>Максимально можлива кількість балів.</b><br>Студент вільно володіє матеріалом, повністю розкрив тему питання, дає чіткі відповіді на додаткові питання.                     |
| $7 \div 8$ | Студент володіє матеріалом, розкриває тему питання, може цілком дати відповідь на додаткові запитання                                                                          |
| $5 \div 6$ | Студент володіє матеріалом, але розкриває тему недостатньо повно, знає основні закони і принципи розрахунків, може допускати неточності при відповідях на додаткові запитання. |
| $3 \div 4$ | Студент орієнтується в матеріалі, в формулюваннях допускає неточності. Відповідає не на всі додаткові запитання.                                                               |

| Бал | Критерії оцінювання                                                                                                    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1÷2 | Студент слабо орієнтується в матеріалі. Не може відповісти на більшість запитань.                                      |
| 0   | Студент не орієнтується у матеріалах питання, не може відповісти на додаткові питання за змістом навчальної дисципліни |

Таблиця 8.6 – Критерії оцінювання задачі для екзамену

| Бал   | Критерії оцінювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 24    | <b>Максимально можлива кількість балів.</b><br>Задача вирішена вірно найлегшим шляхом. Всі завдання задачі виконані. Текстова інформація може бути прочитана, а графічна інформація – однозначно зрозуміла. Пояснення чіткі, стислі, зрозумілі і послідовні. Розрахункові схеми (якщо є), графічні побудови (якщо є), формули та обчислення вірні.                                                                   |
| 21÷23 | Задача вирішена вірно, але більш складним шляхом, ніж це можливо. Всі завдання задачі виконані. Текстова інформація може бути прочитана, а графічна інформація – однозначно зрозуміла. Пояснення чіткі, стислі, зрозумілі і послідовні. Розрахункові схеми (якщо є), графічні побудови (якщо є), формули та обчислення вірні.                                                                                        |
| 18÷20 | Всі формули і розрахунки вірні. Задача виконана вірно. Пояснення до задачі і висновки неповні, але студент може доповнити. Розрахункові схеми і графічні побудови чіткі і вірні.                                                                                                                                                                                                                                     |
| 15÷17 | Всі формули і розрахунки вірні. Задача виконана вірно, але є незначні помилки, наприклад, невірні одиниці вимірювання, або їх відсутність. Розрахункові схеми і графічні побудови (якщо такі є) дещо нечіткі і викликають неоднозначність сприйняття, але студент може все на них пояснити.                                                                                                                          |
| 12÷14 | Всі формули вірні. Більше половини розрахунків вірні.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 8÷11  | Всі формули вірні. Більше половини розрахунків невірні.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4÷7   | Менше половини формул невірні. Більше половини розрахунків за правильними формулами невірні.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1÷3   | Більше половини формул невірні. Більше половини розрахунків за правильними формулами невірні.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| –4    | Кількість балів, яка віднімається від вже отриманої кількості балів за одну невірну складену розрахункову схему (якщо така є)                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| –4    | Кількість балів, яка віднімається від вже отриманої кількості балів за одну невірну графічну побудову на основі виконаних розрахунків (якщо така є)                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| –3    | Кількість балів, яка віднімається від вже отриманої кількості балів за одну невірну відповідь на одне уточнююче питання викладача, яке стосується елементів задачі, таких як розрахункова схема, графічна побудова, формула, обчислення, пояснення до задачі. Загальна кількість питань при цьому не повинна перевищувати 8. Питання задаються в тому разі, якщо елементи задачі неоднозначні і вимагають уточнення. |
| –2    | Кількість балів, яка віднімається від вже отриманої кількості балів за одне невірне пояснення (але не більше –12 балів сумарно за всі невірні пояснення).                                                                                                                                                                                                                                                            |
| –1    | Кількість балів, яка віднімається від вже отриманої кількості балів за одне неточне (неповне, нечітке, але у вірному напрямі) пояснення (але не більше –12 балів сумарно за всі неточності).                                                                                                                                                                                                                         |
| 0     | Задача не виконувалась.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

Таблиця 8.7 – Розподіл видів робіт за модулями та балами

| Модулі (М) | Змістовний модуль (ЗМ)     | Тема (Т)           | Вид роботи       | Кількість балів |     |
|------------|----------------------------|--------------------|------------------|-----------------|-----|
| М1         | ЗМ1                        | Т1, Т2             | ПМК 1            | 1 × 4 = 4       |     |
|            | ЗМ2                        | Т3, Т4             | РГР1, РГР2       | 2 × 8 = 16      |     |
|            |                            |                    | ПМК 2            | 1 × 4 = 4       |     |
|            | ЗМ3                        | Т5, Т6             | РГР3             | 1 × 8 = 8       |     |
|            |                            |                    | ПМК3             | 1 × 4 = 4       |     |
|            | ЗМ4                        | Т7, Т8, Т9, Т10    | РГР4             | 1 × 8 = 8       |     |
|            |                            |                    | ЛР6, ЛР7         | 2 × 5 = 10      |     |
|            |                            |                    | ПМК4             | 1 × 4 = 4       |     |
|            | Всього за РГР, ЛР, ПР, ПМК |                    |                  | –               | 58  |
|            | Підсумковий контроль       |                    |                  | екзамен         | 42  |
| Всього     |                            |                    | –                | 100             |     |
| М2         | ЗМ5                        | Т11, Т12, Т13, Т14 | РГР5, РГР6       | 2 × 8 = 16      |     |
|            |                            |                    | ЛР9, ЛР10        | 2 × 5 = 10      |     |
|            |                            |                    | ПМК5             | 1 × 4 = 4       |     |
|            | ЗМ6                        | Т15, Т16           | РГР7             | 1 × 8 = 8       |     |
|            |                            |                    | ПМК6             | 1 × 4 = 4       |     |
|            | ЗМ7                        | Т17, Т18           | ПМК7             | 1 × 4 = 4       |     |
|            | ЗМ8                        | Т19, Т20, Т21, Т22 | РГР8             | 1 × 8 = 8       |     |
|            |                            |                    | ПМК8             | 1 × 4 = 4       |     |
|            | Всього за РГР, ЛР, ПР, ПМК |                    |                  | –               | 58  |
|            | Підсумковий контроль       |                    |                  | екзамен         | 42  |
| Всього     |                            |                    | –                | 100             |     |
| М3         | ЗМ9                        | Т23, Т24           | РГР9             | 1 × 8 = 8       |     |
|            |                            |                    | ПМК9             | 1 × 4 = 4       |     |
|            | ЗМ10                       | Т25, Т26, Т27      | ПМК10            | 1 × 4 = 4       |     |
|            | ЗМ11                       | Т28, Т29           | ПМК11            | 1 × 4 = 4       |     |
|            | ЗМ12                       | Т30, Т31, Т32      | РГР10, РГР11     | 2 × 8 = 16      |     |
|            |                            |                    | ПР14, ПР15, ПР16 | 3 × 5 = 15      |     |
|            |                            |                    | ПМК12            | 1 × 4 = 4       |     |
|            | Всього за РГР, ЛР, ПР, ПМК |                    |                  | –               | 55  |
|            | Підсумковий контроль       |                    |                  | залік           | 45  |
|            | Всього                     |                    |                  | –               | 100 |

## **9 Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна**

### **9.1 Навчальне обладнання**

Плакати паперові; цифровий і аналоговий проектори і екрани до них; плакати і презентації в електронному вигляді; кінофільми на цифрових та аналогових носіях; комп'ютерні класи.

### **9.2 Лабораторне обладнання**

- 1) Установа для реалізації поляризаційно-оптичного методу в кольоровому варіанті.
- 2) Установа для дослідження нерозрізної балки на жорстких опорах.
- 3) Установа для дослідження нерозрізної балки на пружних опорах.
- 4) Установа для дослідження плоскої рами з жорсткими нерухомими вузлами.
- 5) Установа для вивчення теореми про взаємність робіт та теореми про взаємність переміщень.
- 6) Установа для дослідження стійкості перекриття.
- 7) Установа для дослідження вільних і вимушених коливань системи з одним ступенем вільності.
- 8) Установа для дослідження вільних і вимушених коливань системи з трьома ступенями вільності.
- 9) Установа для дослідження вільних і вимушених коливань системи з розподіленою масою (тобто системи з нескінченним числом ступенів вільності).
- 10) Установа для тарування тензорезисторів.

### **9.3 Контрольно-вимірювальна апаратура та інструменти**

- 1) Вимірювач деформацій ІДЦ-1 з комплектами підключень.
- 2) Вимірювальна система СИИТ-3.
- 3) Індикатори переміщень годинникового типу.
- 4) Тензорезистори.
- 5) Динамометри.
- 6) Навантажувальні пристрої, мірні гири.
- 7) Штангенциркулі, лінійки, рулетки.

## 10 Рекомендовані джерела інформації

- 1 Основи теорії пружності, будівельної механіки, міцності, та вібрації суден : навчальний посібник / А. М. Сердюченко, О. Є. Лугінін, Р. Ю. Коршиков, О. М. Дудченко, Ю. С. Коршиков / За редакцією д-ра фіз.-мат. наук, проф. А. М. Сердюченка. – Миколаїв : Видавництво НУК, 2012. – 422 с.
- 2 Сердюченко А.М. Згин та міцність суден в умовах морського хвилеутворення (Теоретичні основи та методики розрахунків): навчально-методичний посібник. – Миколаїв: НУК, 2009. – 162 с.
- 3 Коростильов Л. І., Щедролосєв О. В. Міцність суднового корпусу і його елементів при побудові, спуску та докуванні : навчальний посібник / за ред. д-ра техн. наук, проф. Л. І. Коростильова. – Миколаїв : НУК, 2019. – 63 с.
- 4 Соков В.М. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт з розділу будівельної механіки корабля «Основи теорії пружності» : методичні вказівки до самостійної роботи студентів. Миколаїв : НУК, 2024. 103 с.
- 5 Соков В. М. *Lectures for the Subject "Structural Mechanics for Ship 1"* : навчальний посібник. Миколаїв : НУК, 2017. 276 с. (in English).
- 6 Соков В. М. *Theory of elasticity* : навчальний посібник. Миколаїв: НУК, 2021. 168 с. (in English).
- 7 Коливання стержнів, пластин та оболонок [Електронний ресурс] : підручн. для студ. спец. 131 «Прикладна механіка» / А. Є. Бабенко, О. О. Боронко, Я. І. Лавренко, С. І. Трубачев ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,28 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 252 с.
- 8 Регістр Судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден. Том 2. Київ: РСУ, 2020. 792 с.
- 9 Будівельна механіка. Комп'ютерні технології і моделювання: Підручник / В.А.Баженов, А.В.Перельмутер, О.В.Шишов / За заг. ред. В.А.Баженова. - К.:ПАТ "ВІПОЛ", 2013. – 896 с.
- 10 Баженов В.А., Гранат С.Я., Шишов О.В. Будівельна Механіка. Комп'ютерний курс: Підручник – К.:, 1999. – 584 с.
- 11 Куценко А.Г. Будівельна механіка: навчальний посібник/ А.Г. Куценко, М.М. Бондар, В.В. Яременко.– К.: Центр навчальної літератури, 2019.– 644 с.
- 12 Баженов В.А., Іванченко Г.М., Шишов О.В., Пискунов С.О. Будівельна механіка. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування: навчальний посібник. К.: Каравела, 2013. 439 с.
- 13 Моргун, А. С. Будівельна механіка та будівельні конструкції : навчальний посібник / А. С. Моргун, М. М. Сорока. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 243 с.
- 14 Чихладзе Е.Д. Будівельна механіка: Підручник. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 320 с., рис. 234, табл. 14.

- 15 Попович Б.С. Будівельна механіка статично невизначених стержневих систем: навч. посібник / Б.С. Попович, О.Р. Давидчак. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 216 с.
- 16 Шпачук В. П. Конспект лекцій з курсу Будівельна механіка: для студентів 3 курсу денної форми навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво / В. П. Шпачук, М. А. Засядько, О. І. Рубаненко, О. О. Чупринін; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 177 с.
- 17 Лізунов П. П. Будівельна механіка: конспект лекцій / П. П. Лізунов, В. О. Недін. – Київ.: КНУБА, 2022. – 172 с.
- 18 Хоменко О.Г. Будівельна механіка: Навчальний посібник. Глухів: ГНПУ, 2012. – 78 с.
- 19 Будівельна механіка [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня молодший спеціаліст освітньо-професійної програми Будівництво та експлуатація будівель і споруд спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія галузь знань 19 Архітектура і будівництво денної форми навчання / уклад. О.Ф. Шмаль. – Любешів : Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2020. – 57 с
- 20 Теорія пружності в прикладній механіці. Навчальний посібник / І.І.Назаренко, М.М. Ручинський, Є.О. Міщук./ – Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2024. – 167 с.
- 21 Трач В.М., Подворний А.В. Опір матеріалів (спеціальний курс), теорія пружності та пластичності / [Підручник для студентів вищих навчальних закладів]. – Київ: Каравела, 2016. – 434с.
- 22 Дудик М.В., Діхтяренко Ю.В. Сучасні методи теорії пружності (курс лекцій): навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізико-математичних спеціальностей. – Умань: ПП «Жовтий», 2015. – 108 с.
- 23 Основи лінійної теорії пружності, пластичності та повзучості: Навч. посібник / Е.Д. Чихладзе, М.А. Веревічева, Є.І. Галагура та ін. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 149 с.
- 24 Теорія пружності: конспект лекцій. Частина 1 Напружено-деформований стан у точці тіла. Плоска задача теорії пружності в декартових координатах / Укладач Ю.Я. Тарасевич. – Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 116с
- 25 Григоренко, Я. М. Основи теорії пластин та оболонок з елементами магнітопружності : підручник / Я. М. Григоренко, Л. В. Мольченко. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2009. —403 с.
- 26 Пискунов, С. О. Пластини і оболонки. Основи розрахунків на міцність і жорсткість [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Динаміка і міцність машин» спеціальності 131 Прикладна механіка / С. О. Пискунов, Є. Є. Онищенко, С. І. Трубачев ; КПІ

- ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,22 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.– 117 с.
- 27 Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Є.С. Опір матеріалів: підручник. 2-е вид., допов. і перероб. / за ред. Г.С. Писаренка. К: Вища школа, 2004. 655с.
- 28 Ковальов О. С. Малі коливання. І. Лінійні коливання : навч.-метод. посіб. / [О. С. Ковальов, О. В. Єзерська, З. О. Майзеліс, Т. С. Чебанова]. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. – 112 с.
- 29 Волонтир Л.О. Чисельні методи: Навчальний посібник. / Волонтир Л.О., Зелінська, О.В., Потапова Н.А., Чіков І.А., Вінницький національний аграрний університет. – Вінниця: ВНАУ, 2020 – 322 с.
- 30 Козуб Г.О. Чисельні методи : метод. рек. до виконання лабораторних робіт для студ. спец. 6.050103 „Програмна інженерія” / Г. О. Козуб, О. О. Смагіна ; Держ. закл. „Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка”. – Луганськ : ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2012. – 111 с.

  
