



## МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>133 Галузеве машинобудування</i>
Освітня програма	<i>Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв</i>
Статус дисципліни	«Механіка матеріалів і конструкцій» <i>Цикл професійної підготовки</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній</i>
Обсяг дисципліни	<i>7 кредитів 210 годон</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит</i>  <i>Модульна контрольні роботи</i>
Розклад занять	«Механіка матеріалів і конструкцій» <i>За розкладом</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., доц., Лавренко Я.І. Практичні : к.т.н., доц., Дифучин Ю.М. Лабораторні: к.т.н., доц., Дифучин Ю.М.
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс (<a href="#">Moodle</a>, <a href="#">Google classroom</a>, тощо)</i>

#### Програма навчальної дисципліни

##### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Науково-технічний розвиток суспільства потребує від спеціалістів в галузі машинобудування постійного вдосконалення та покращання якості машин, що виробляються. Важливою умовою вирішення цього завдання є розв'язання питань пов'язаних з міцністю, жорсткістю та стійкістю елементів конструкцій, що є підґрунтям для їх надійної роботи.

«Механіка матеріалів і конструкцій» є першою частиною навчальної дисципліни, в якій викладаються методи розв'язання зазначених задач. Це найбільш загальна дисципліна про міцність машин і споруд без якої неможлива повноцінна фахова підготовка інженера будь-якої спеціальності

При вивченні кредитного модуля І з дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» студенти опановують інженерні методи розрахунку на міцність і жорсткість при розтягу-стиску, зсуві, крученні і згині елементів машин та споруд в умовах статичного навантаження, В результаті вивчення дисципліни студенти набувають:

Знать:

- з механічних властивостей конструкційних матеріалів та методів експериментального їх визначення;
- методів розрахунків напружень і деформацій при різних видах навантаження елементів конструкцій;
- критеріїв міцності і пластичності матеріалів.

Умій:

- експериментально визначити характеристики міцності, пластичності і пружності матеріалів при розтягуванні і стискуванні в умовах статичного навантаження;
- вибрати для даної конструкції і схеми її навантаження метод розрахунку і необхідну теорію міцності в залежності від матеріалу конструкції;
- розрахувати напружений і деформований стан конструкції;

- провести проектувальний і перевірний розрахунок стержневих конструкцій на міцність і жорсткість за досвіду:
- аналізу напруженого та деформованого станів твердого тіла;
- розв'язання задач з оцінки міцності конструкцій та аналізу одержаних результатів;
- проведення експериментальних досліджень з метою перевірки правильності результатів теоретичного аналізу методами опору матеріалів;
- роботи з довідковою літературою.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Курс «Механіка матеріалів і конструкцій» відноситься до загально інженерних дисциплін. Він ґрунтується у теоретичній частині на таких дисциплінах, як «Вища математика» та «Теоретична механіка», а в експериментальній частині – на дисциплінах «Фізика» і «Матеріалознавство». Знання здобуті студентами при вивченні цієї дисципліни використовуються в подальшому при вивченні таких курсів як «Деталі машин», «Підйомно-транспортні машини» та «Теорія пружності», «Теорія коливань», «Теорія пластичності», та інших спеціальних дисциплін..

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Головні поняття, гіпотези та методи**

Тема 1.1 Головні поняття, гіпотези та методи

### **Розділ 2. Геометричні характеристики плоских перетинів.**

Тема 2.1 Площа, статичні моменти, моменти інерції. Визначення моментів інерції відносно паралельних осей та при повороті осей координат.

Тема 2.2 Головні осі та головні моменти, їх визначення. Моменти інерції простих фігур.

### **Розділ 3. Зовнішні і внутрішні сили.**

Тема 3.1 Зовнішні сили та їх класифікація.

Тема 3.2 Внутрішні сили. Метод перетинів. Внутрішні силові фактори. Поняття про напруження та їх зв'язок з силовими факторами.

### **Розділ 4. Побудова епюр внутрішніх силових факторів.**

Тема 4.1. Осьові сили, скручуючі моменти.

Тема 4.2. Згинаючі моменти та поперечні сили у балках. Диференціальні залежності.

Тема 4.3. Побудова епюр для плоских і просторових рам.

Тема 4.4. Побудова епюр для кривих стержнів. Диференціальні залежності.

### **Розділ 5. Розтяг і стиск.**

Тема 5.1. Напруження і деформації Розрахунок на міцність і жорсткість.

Тема 5.2. Ступенчаті стержні, врахування сили власної ваги. Стержень рівного опору.

Тема 5.3. Статично невизначні конструкції. Гнучка нитка.

Тема 5.4. Діаграма розтягу.

Механічні характеристики. Вибір допустимих напружень.

### **Розділ 6. Основи теорії напруженого і деформованого стану .**

Тема 6.1. Тензор напружень, фізичний зміст його компонент. Напруження на нахилених площадках. Перетворення компонент тензора напружень при повороті системи координат.

Тема 6.2. Головні напруження і головні площадки. Максимальні нормальні і дотичні напруження.

Тема 6.3. Напруження на октаедричних площадках. Узагальнений закон Гука. Питома енергія деформації.

### **Розділ 7. Критерії міцності та пластичності.**

Тема 7.1. Критерії міцності та пластичності.

### **Розділ 8. Зсув .**

Тема 8.1. Зсув

## **Розділ 9. Кручення.**

Тема 9.1. : Кручення стержнів круглого перерізу

Тема 9.2. Кручення стержнів з некруглим профілем. Розрахунок пружин.

## **Розділ 10. Згинання.**

Тема 10.1. Плоский згин. Нормальні напруження при згині.

Тема 10.2. Дотичні напруження при згинанні.

Тема 10.2. Повний розрахунок на міцність при плоскому згині.

Тема 10.3. Визначення переміщень при згині. Диференціальне рівняння зігнутої нейтральної осі. Метод початкових параметрів.

Тема 10.4. Згин тонкостінних стержнів. Центр згину.

Тема 10.5.. Розрахунок балок змінного перетину.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Основні:**

1. Механіка матеріалів і конструкцій: Навчальний посібник для студентів, які навчаються на технічних спеціальностях усіх форм навчання / А.Є. Бабенко, О.О. Боронко, С.М. Шукаєв, та ін.. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 191 с. Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19241>
2. Писаренко Г.С. Опір матеріалів: підруч. / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред. Г.С. Писаренка. – 2-ге вид., допов. і перероб. – К.: Вища шк., 2004. – 655 с.
3. Опір матеріалів . Г.С.Писаренко, О.Л. Квітка, У.С. Уманський. Київ «Вища школа» 1993.
4. Писаренко Г.С. Можаровський М.С. Уравнения и краевые задачи теории пластичности и ползучести. - К.: Наук. думка 1981.
5. Опір матеріалів . Г.С.Писаренко П.М. Варвак А.В. Василенко, С.Е. Гарф В.В. Хільчевський - Київ: Вища шк. Головне видавництво 1974.
6. Збірник задач з опору матеріалів: Навч. посіб. / М.І. Бобир, А.Є. Бабенко, О.О. Боронко та ін.; За ред. М.І. Бобири. – К.: Вища шк., 2008. – 399 с.: іл. \*)
7. Биргер И.А. Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов. - М Наука 1986
8. Прочность, устойчивость, колебания: Справ.: В 3 т. Под ред. И.А. Биргера, Я.Г. Пановко, - М.: Машиностроение, 1968.
9. Заховайко О. П. Опір матеріалів: Розрахунки стержнів і стержневих систем при простих видах навантажень [Електронний ресурс]: Навч. посіб. / О. П. Заховайко. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 274 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/14494>

### **Допоміжні:**

10. Збірник задач з опору матеріалів [Електронний ресурс]: Навч. посіб. / М.І. Бобир, А.Є. Бабенко, О.О. Боронко та ін. – Київ : НТУУ «КПІ», 2012. – 570 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1885>.
11. Заховайко О.П. Збірник конкурсних задач з опору матеріалів [Електронний ресурс]: Навч. посіб. / О.П. Заховайко, В.А. Колодежний, С.І. Трубачев. – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – 320 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1007>.
12. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Опір матеріалів” / Укл. Б. І. Ковальчук, Д.Ю. Шпак, Г.Є. Візерська, Ю.М. Толокнов. – К.: КПІ, 1994. – 40 с. <http://mmidmm.kpi.ua/index.php/ua/materiali-3/metodichni-vkazivki.html>.
13. Методичні вказівки до виконання курсової і розрахунково-графічної робіт з дисципліни «Опір матеріалів» (завдання і приклади розрахунків) для студентів технічних напрямів підготовки усіх форм навчання/ Уклад.: А.Є. Бабенко, О.О. Боронко, Б.І. Ковальчук, С.М. Шукаєв, Г.Є. Візерська, О.П. Заховайко, С.І. Трубачев, В.А. Колодежний, А.М. Бабак. – К.: ІВК “Видавництво «Політехніка”», 2010. – 108 с. <http://mmidmm.kpi.ua/index.php/ua/materiali-3/metodichni-vkazivki.html>
14. Приклади розв’язання типових задач з опору матеріалів: Метод. вказівки до викон. курс. роботи з дисц. “Опір матеріалів” для студ. техн. спец. Усіх форм навчання / Уклад.: Б.І. Ковальчук, С.М. Шукаєв, О.П. Заховайко, Д.Ю. Шпак. – К.: ІВЦ “Видавництво “Політехніка”, 2003. – Ч. І.- 68 с. <http://mmi-dmm.kpi.ua/index.php/ua/materiali-3/metodichnivkazivki.html>.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Лекційні заняття:

#### **Розділ 1. Головні поняття, гіпотези та методи**

Тема 1.1 Головні поняття, гіпотези та методи

#### **Розділ 2. Геометричні характеристики плоских перетинів.**

Тема 2.1 Площа, статичні моменти, моменти інерції. Визначення моментів інерції відносно паралельних осей та при повороті осей координат.

Тема 2.2 Головні осі та головні моменти, їх визначення. Моменти інерції простих фігур.

#### **Розділ 3. Зовнішні і внутрішні сили.**

Тема 3.1 Зовнішні сили та їх класифікація.

Тема 3.2 Внутрішні сили. Метод перетинів. Внутрішні силові фактори. Поняття про напруження та їх зв'язок з силовими факторами.

#### **Розділ 4. Побудова епюр внутрішніх силових факторів.**

Тема 4.1. Осьові сили, скручуючі моменти.

Тема 4.2. Згинаючі моменти та поперечні сили у балках. Диференційні залежності.

Тема 4.3. Побудова епюр для плоских і просторових рам.

Тема 4.4. Побудова епюр для кривих стержнів. Диференціальні залежності.

#### **Розділ 5. Розтяг і стиск.**

Тема 5.1. Напруження і деформації Розрахунок на міцність і жорсткість.

Тема 5.2. Ступенчаті стержні, врахування сили власної ваги. Стержень рівного опору.

Тема 5.3. Статично невизначні конструкції. Гнучка нитка.

Тема 5.4. Діаграма розтягу.

Механічні характеристики. Вибір допустимих напружень.

#### **Розділ 6. Основи теорії напруженого і деформованого стану.**

Тема 6.1. Тензор напружень, фізичний зміст його компонент. Напруження на нахилених площадках.

Перетворення компонент тензора напружень при повороті системи координат.

Тема 6.2. Головні напруження і головні площадки. Максимальні нормальні і дотичні напруження.

Тема 6.3. Напруження на октаедричних площадках. Узагальнений закон Гука. Питома енергія деформації.

#### **Розділ 7. Критерії міцності та пластичності.**

Тема 7.1. Критерії міцності та пластичності.

#### **Розділ 8. Зсув.**

Тема 8.1. Зсув

#### **Розділ 9. Кручення.**

Тема 9.1. Кручення стержнів круглого перерізу

Тема 9.2. Кручення стержнів з некруглим профілем. Розрахунок пружин.

#### **Розділ 10. Згинання.**

Тема 10.1. Плоский згин. Нормальні напруження при згині.

Тема 10.2. Дотичні напруження при згинанні.

Тема 10.2. Повний розрахунок на міцність при плоскому згині.

Тема 10.3. Визначення переміщень при згині. Диференціальне рівняння зігнутої нейтральної осі. Метод початкових параметрів.

Тема 10.4. Згин тонкостінних стержнів. Центр згину.

Тема 10.5.. Розрахунок балок змінного перетину.

### Практичні заняття:

- Тема 1. Геометричні характеристики плоских перетинів. Розв'язок задач з допомогою інтегрування та для складних перетинів, за допомогою формул паралельного переносу і визначення моментів інерції при повороті осей.
- Тема 2. Побудова епюр внутрішніх силових факторів. Епюри осьових сил, скручуючих моментів, поперечних сил, згинаючих моментів для балок, рам (плоских та просторових) та криволінійних стержнів.
- Тема 3. Розрахунки на міцність при розтягу і стиску. Розрахунок статично невизначених систем. Розрахунок тонких стержнів, які не роблять на згин.
- Тема 4. Аналіз напруженого і деформованого стану. Пряма та обернена задача плоского напруженого стану аналітичне та графічне рішення. Визначення напружень на довільно нахилених площадках при об'ємному напруженому стані. Визначення лінійних відносних деформацій.
- Тема 5. Визначення еквівалентних напружень за теоріями міцності.
- Тема 6. Розрахунки на зсув клепанних та зварних з'єднань.
- Тема 7. Розрахунки круглих на міцність і жорсткість валів при скручуванні.
- Тема 8. Розрахунок на скручування некруглих валів.
- Тема 9. Розрахунок циліндричних пружин.
- Тема 10. Розрахунок тонкостінних стержнів на кручення.
- Тема 11. Розрахунок на міцність за нормальними напруженнями при чистому згині.
- Тема 12. Визначення дотичних напружень та повна перевірка на міцність при плоскому згині.
- Тема 13. Визначення переміщень при згині за допомогою інтегрування диференційного рівняння зігнутої нейтральної лінії.
- Тема 14. Визначення переміщень при згині за допомогою метода початкових

### Лабораторні заняття.

- Робота 1. Діаграма розтягу. Визначення механічних характеристик.
- Робота 2. Випробування на розтяг і на стиск.
- Робота 3. Визначення модуля пружності при розтягу.
- Робота 4. Визначення модуля пружності при зсуві.
- Робота 5. Експериментальна перевірка теорії розтягу пружини.

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

*Зазначаються види самостійної роботи (підготовка до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, розв'язок задач, написання реферату, виконання розрахункової роботи, виконання домашньої контрольної роботи тощо) та терміни часу, які на це відводяться.*

### Політика та контроль

#### 2. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

##### Правила відвідування занять

Відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання.

Система оцінювання орієнтована на отримання балів за своєчасність виконання студентам практичних робіт, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

##### Пропущені контрольні заходи

Індивідуальне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання, але до

терміну виставлення поточної атестації (або заліку / іспиту), оцінюється зі штрафними балами. Індивідуальне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання та після терміну виставлення поточної атестації (або заліку / іспиту), не оцінюється.

#### **Академічна доброчесність**

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

#### **Норми етичної поведінки**

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

#### **Навчання іноземною мовою**

Навчальна дисципліна «\_\_\_«Механіка матеріалів і конструкцій» передбачає її вивчення англійською мовою.

#### **Інклюзивне навчання**

Навчальна дисципліна «Механіка матеріалів і конструкцій» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім осіб з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

### **7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

*Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю, наприклад:*

*Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття, МКР, тест тощо*

*Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

*Семестровий контроль: екзамен / залік / захист курсового проекту (роботи)*

*Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за індивідуальне завдання / зарахування усіх лабораторних робіт / семестровий рейтинг більше XX балів.*

#### **Види контролю та бали за кожен елемент контролю:**

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Практичні роботи	32	4	8	32
2.	Лабораторні роботи	20	4	5	20
2.	Контрольна робота	8	8	1	8
3.	Іспит	40	40	1	40
Всього					100

Результати оголошуються кожному аспіранту окремо у присутності або в дистанційній формі (у системі Moodle або е-поштою).

#### **Поточний контроль: модульна контрольна робота, оцінювання дистанційного навчання**

##### **1. Модульна контрольна робота**

№ з/п	Модульна контрольна робота	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Відповідь правильна (не менше 90% потрібної інформації)	90	30	3	90
2.	Несуттєві помилки у відповіді (не менше 75% потрібної інформації)	75	25	3	75
3.	Є недоліки у відповіді та певні помилки (не менше 60% потрібної інформації)	60	20	3	60
4.	Відповідь на тестове запитання з варіантами відповідей	10	10	1	10
5.	Відповідь відсутня або не правильна	0	0	3	0
Максимальна кількість балів					100

## 2. Дистанційне навчання

Виставлення оцінки за дистанційне навчання шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсів у системі Moodle передбачено лише для контрольних запитань і результатів тестування за виконання індивідуального завдання.

Виставлення оцінки за контрольні заходи (практичні роботи, модульна контрольна робота) шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсів не передбачено.

№ з/п	Дистанційне навчання	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Відповідь на контрольні запитання в онлайн-системі Webex або Zoom	40	10	4	40
2.	Відповідь на тести у системі Moodle	50	10	5	50
3.	Вчасність проходження дистанційного навчання	10	10	1	10
Всього					100

У разі виявлення академічної не добросовісності під час дистанційного навчання – контрольний захід не враховується, аспірант до захисту не допускається.

## Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація аспірантів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання аспірантів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу<sup>3</sup>.

Критерій		Перша атестація	Друга атестація
Термін атестації <sup>4</sup>		8-ий тиждень	14-ий тиждень
Поточний рейтинг <sup>5</sup>		≥ 15 балів	≥ 30 балів
Умови отримання	Виконання практичних	Практична робота № 1-6	+



атестації	робіт	Практична робота №7-12	–	+
	Виконання модульної контрольної роботи	Модульна контрольна робота	–	–

#### Семестровий контроль: залік

Обов'язкова умова допуску до екзамену/заліку		Критерій
1	Поточний рейтинг	RD $\geq$ 30

#### Умови допуску до семестрового контролю:

1. Виконання практичних робіт;
2. Позитивний результат першої атестації та другої атестації;
3. Відвідування 60% лекційних занять.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

#### 8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ «МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ», ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ЕКЗАМЕН

1. Основні гіпотези і принципи механіки матеріалів і конструкцій та приклади їх застосування.
2. Моделі матеріалів та сфери їх застосування.
3. Моделювання зовнішніх сил в задачах механіки матеріалів і конструкцій.
4. Поняття про розрахункову схему. Моделювання форми тіла та опору.
5. Внутрішні сили.
6. Методи визначення внутрішніх сил в деформованому тілі.
7. Найпростіші види навантаження стержня.
8. Диференціальні залежності між внутрішніми зусиллями при згині.
9. Поняття про напруження і деформацію.
10. Система інтегральних рівнянь рівноваги стержня.
11. Визначення центрів ваги симетричних та несиметричних перерізів.
12. Моменти інерції плоских перерізів. Методи їх визначення.
13. Визначення моментів інерції для паралельних осей.
14. Визначення моментів інерції при повороті осей.
15. Головні осі та головні моменти інерції.
16. Осьові та полярні моменти опору. Порядок їх визначення для довільних перерізів.
17. Визначення напружень та деформацій в стержні за чистого розтягу-стиску.
18. Умови міцності та жорсткості. Основні види розрахунків з їх застосуванням.
19. Діаграма розтягу. Основні механічні характеристики матеріалів при розтязі.
20. Випробування на стиск. Властивості різних матеріалів при стиску.
21. Вплив різних факторів на механічні властивості матеріалів.
22. Допустимі напруження. Їх визначення в залежності від типу матеріалу.
23. Статично-визначувані та статично-невизначувані системи. Методи їх розв'язку.
24. Особливості статично-невизначуваних систем. Монтажні напруження.



25. Особливості статично-невизначуваних систем. Температурні напруження.
26. Напружений стан тіла в точці. Закон парності дотичних напружень.
27. Напруження на площадці загального положення. Тензор напружень.
28. Головні площадки та головні напруження.
29. Визначення головних напружень (обернена задача об'ємного напруженого стану). Інваріанти напруженого стану. Види напруженого стану.
30. Октаедричні площадки. Нормальні та дотичні напруження на октаедричній площадці.
31. Пряма та обернена задачі плоского напруженого стану.
32. Деформації тіла в точці. Рівняння Коши.
33. Об'ємна деформація тіла в точці.
34. Узагальнений закон Гука для ізотропного тіла.
35. Закон Гука для об'ємної деформації.
36. Пружні сталі ізотропного матеріалу, їх взаємозв'язок та методи визначення.
37. Потенціальна енергія деформації тіла в точці.
38. Критерії міцності для крихких матеріалів та матеріалів, що по-різному опираються розтяганням тисканню.
39. Критерії міцності для пластичних матеріалів.
40. Чистий зсув. Головні та допустимі напруження. Закон Гука при чистому зсуві.
41. Зріз та зминання стержнів. Умови міцності на зріз та зминання.
42. Розрахунок на міцність зварних швів.
43. Визначення напружень та деформацій при чистому крученні круглого стержня. Розрахунки на міцність та жорсткість круглих стержнів при крученні.
44. Особливості розподілу дотичних напружень у стержнях некруглого перерізу при крученні. Розрахунки на міцність та жорсткість при крученні стержнів прямокутного перерізу.
45. Кручення тонкостінних незамкнених профілів.
46. Кручення тонкостінних замкнених профілів.
47. Розрахунки на міцність і жорсткість циліндричних пружин з малим кроком.
48. Визначення нормальних напружень в стержнях при чистому згинанні.
49. Дотичні напруження в стержні при поперечному згині.
50. Аналіз напруженого стану стержня по висоті перерізу при поперечному згині. Основна умова міцності при згині.
51. Переміщення при згині. Диференціальне рівняння пружної лінії стержня

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** Доц. кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів, к.т.н., доц. Лавренко Я.І.

**Ухвалено** кафедрою динаміки і міцності машин та опору матеріалів (протокол № 11 від 01.07.2022 р.)

**Погоджено** Методичною комісією НН Механіко-машинобудівного інституту (протокол № 11 від 29.08.2022 р.)