

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Державний заклад

«Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Навчально-науковий інститут фізики, математики та інформаційних
технологій

Кафедра фізико-технічних систем та інформатики

Калініна Марина Олександрівна

**РОЗРОБКА ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ
« МЕХАНІКА СУЦІЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА »**

**кваліфікаційна робота
здобувача вищої освіти другого (магістерського) рівня
освітньої програми «Фізика»
за спеціальністю 014.08 « Середня освіта. Фізика »**

Особистий підпис _____

Науковий керівник _____ **Юрій КОЗУБ,**
доктор технічних наук, доцент
кафедри фізико-технічних систем
та інформатики

Завідувач кафедри _____ **Юрій КОЗУБ,**
доктор технічних наук, доцент
кафедри фізико-технічних систем
та інформатики

АНОТАЦІЯ

Калініна М.О.

Тема: Розробка дистанційного навчального курсу « Механіка суцільного середовища »

Спеціальність: 014.08 « Середня освіта. Фізика »

Установа: ДЗ ЛНУ імені Т.Шевченка, 2023р.

Магістерська робота містить: 99 с., 40 рис., 2 табл., 3 додат., 41 джерело.

Об'єкт дослідження: навчальні програми до дисципліни, лекції, практичні роботи, навчальний курс, література, процес навчання студентів спеціальності «Середня освіта. Фізика» Навчально-наукового інституту фізики, математики та інформаційних технологій Державного закладу Луганського національного університету імені Тараса Шевченка.

Предмет дослідження: навчальний курс « Механіка суцільного середовища »

Мета роботи: аналіз науково-педагогічних підходів до створення НК, розробка дистанційного навчального курсу «Механіка суцільного середовища» для спеціальності 014.08 «Середня освіта. Фізика», створення завдання для практичних робіт та поточного і підсумкового тестування.

Результати роботи: Досліджено науково-педагогічні підходи створення дистанційного навчального курсу « Механіка суцільного середовища »

Висновки: Розроблено ДНМК « Механіка суцільного середовища », який дозволяє інтенсифікувати процес навчання та активізує самостійну роботу студентів.

Ключові слова: ДНМК; МЕТОДИКА, ПРЕЗЕНТАЦІЯ, ЛЕКЦІЯ, МСР, МСЕ, МСС.

ABSTRACT

Kalinina M.O.

Subject: Development of distance learning course "Mechanics of continuous environment"

Spetsialnist: 014.08 «Secondary education. Physics»

Institution: Taras Shevchenko National University of Luhansk, 2023.

Master's thesis contains: 99 p., 40 fig., 2 table, 3 appendix, 41 sources.

Object of research: training programs for the discipline, lectures, practical work, training course, literature, the process of teaching students of the specialty "Secondary education. Physics" of the Educational and Scientific Institute of Physics, Mathematics and Information Technologies of the Taras Shevchenko National University of Luhansk.

Subject of research: training course «Mechanics of continuous environment»

The purpose of the work: analysis of scientific and pedagogical approaches for the creation of learning course, development of distance learning course «Mechanics of a continuous environment» for specialty 014.08 «Secondary education. Physics», creation of tasks for practical works and current and final testing.

Results of the work: Researched scientific and pedagogical approaches for creating a distance learning course «Mechanics of a solid environment»

Results: Distance learning methodical course «Mechanics of a continuous environment» was developed, which allows to intensify the learning process and activates the independent work of students.

Keywords: DNMK; METHODOLOGY, PRESENTATION, LECTURE, ISR, MSE, MSS.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ	13
1.1. Структурні складові навчально-методичного комплексу	15
1.2. Система дистанційної освіти	20
1.3. Переваги та недоліки системи дистанційного навчання.	22
1.3.1. Переваги дистанційного навчання	22
1.3.2. Недоліки дистанційного навчання	22
1.3.3. Стандарти в електронному навчанні	25
1.3.4. Загальні вимоги до НМК.....	29
1.3.5. Робоча програма курсу.....	31
1.4. Висновки до розділу 1	34
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «МЕХАНІКА СУЦІЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА»	36
2.1. Електронні навчально-методичні комплекси як засіб підготовки майбутніх учителів до інноваційної педагогічної діяльності	37
2.2. Наукові засади відбору змісту навчального матеріалу з дисципліни «Механіка суцільного середовища».....	39
2.4. Висновки до розділу 2	62
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ « МЕХАНІКА СУЦІЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА»	64
3.1. Загальні принципи методики розробки НМК	64
3.2. Методика вивчення дисципліни «Механіка суцільного середовища».....	66
3.3. Елементи модульної системи організації навчання дисципліни «Механіка суцільного середовища».....	69
3.3.1. Коротка анотація навчального курсу	71
3.3.2. Вимоги до звіту і критерії оцінювання	76

3.4. Висновки до розділу 3.....	78
ВИСНОВКИ	80
ДОДАТКИ	87
Додаток А. Стислий зміст ДНМК «Механіка суцільного середовища».....	87
Додаток Б. Приклад структури лекції на тему «Дослідження напруженого стану тіла в точці»	98
Додаток В. Фрагменти елементу мультимедійної лекції з МСС	99

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВНЗ	- вищий навчальний заклад;
ДН	- дистанційне навчання;
ЕОМ	- електронна обчислювальна машина;
ЕС	- експертна система;
ЗВО	- заклад вищої освіти;
ІКТ	- інформаційно-комутаційні технології;
ІР	- інформаційні ресурси;
ІТ	- інформаційні технології;
КМСОНП	- кредитно-модульна система організації навчального процесу;
КОС	- комп'ютерне освітнє середовище;
ММСН	- моделювання методичної системи навчання;
МСС	- механіка суцільного середовища;
МР	- модульна робота;
МСЕ	- метод скінченних елементів;
МСР	- метод скінченних різниць;
НЗ	- навчальний заклад;
НК	- навчальний курс;
НМК	- навчально-методичний комплекс;
НН ІФМІТ	- навчально-наукового інституту фізики, математики та інформаційних технологій;
ПР	- практична робота;
ДНМК	- дистанційний навчально-методичний курс;
ECTS	- European Computer Trade Show;
AICC	- Airline Industry Computer Based Training Committee;
IEEE	- Institute of Electrical and Electronic Engineers;
IMS	- Instructional Management Systems;
ADL	- Advanced Distributed Learning;
OS	- Open Source.

ВСТУП

Актуальність дослідження. Останнім часом в Україні, в умовах війни та карантинних заходах стосовно COVID – 19, великої популярності набуває дистанційна форма навчання. З року в рік кількість Вузів, що вводять дистанційну форму навчання зростає, також збільшується і кількість спеціальностей за такою формою. Проте, брак технічного, кадрового і фінансового забезпечення стримує процес розвитку.

Поряд з класичними формами навчання (денна, заочна), дистанційна має ряд переваг, що забезпечує її затребуваність. На дистанційній формі навчання здобувач освіти забезпечується необхідним навчальним матеріалом – відео-, аудіо- записами лекцій та семінарів, практичні завдання з методичними рекомендаціями, має доступ до електронної бібліотеки тощо, та самостійно його вивчає у зручний для себе час. Викладачі постійно взаємодіють зі студентом через електронну пошту, Skype, телефон. Скористатися дистанційним навчальними курсами можуть студенти, що мають реєстрацію місця проживання з тимчасово окупованих або особливо небезпечних територій України. У зв'язку з цим зростає роль навчально-методичного забезпечення як самостійної роботи студентів, так і навчально-виховного процесу в цілому. Одним з можливих шляхів підвищення ефективності останнього розробка та впровадження у практику закладів вищої освіти (ЗВО) сучасних навчально-методичних комплексів (НМК). Про необхідність створення новітнього навчально-методичного забезпечення, яке б раціонально акумулювало мотиваційну, інформаційну, самоосвітню та контролюючі функції, сприяло оптимізації та інтенсифікації навчально-виховного процесу, відповідало тенденціям сучасної педагогічної освіти та вимогам державних стандартів йдеться у багатьох законодавчих освітніх документах: Законах України «Про освіту», «Наказ ректора про організацію освітнього процесу у

2022 – 2023 н. р. », «Про вищу освіту», «Національній доктрині розвитку освіти України» [16, 19, 30, 31, 32].

Сучасний фахівець повинен добре орієнтуватися у виборі сучасної наукової інформації, вміти обґрунтувати використання раціональних конструктивних, технологічних та організаційних рішень, знати ефективні методи економічної та інвестиційної політики при вирішенні питань.

Магістерський рівень підготовки студентів у вищій школі дозволяє підготувати сучасного фахівця, який може творче аналізувати науково-технічні та інформаційні джерела, обґрунтувати мету, ставити і вирішувати задачі за темою досліджень.

Все це обумовлює актуальність вивчення освітнього курсу «Механіка суцільного середовища».

Мета роботи: Розробити - дистанційний навчально-методичний курс (ДНМК) «Механіка суцільного середовища» для спеціальності 014.08 «Середня освіта. Фізика», створити завдання для практичних робіт та поточного і підсумкового контролю.

Цей курс навчально-наукового інституту фізики, математики та інформаційних технологій (НН ІФМІТ) національного університету займає особливе місце. Він спрямований на формування необхідних знань та вмінь майбутніх фахівців для забезпечення викладання фізики в середній та вищій школі.

Об'єкт дослідження: навчальні програми до дисципліни, лекції, практичні роботи, навчальний курс, література, процес навчання студентів спеціальності «Середня освіта. Фізика» Навчально-наукового інституту фізики, математики та інформаційних технологій Державного закладу Луганського національного університету імені Тараса Шевченка.

Предмет дослідження: НМК «Механіка суцільного середовища».

Задачі дипломної роботи:

- Надати аналіз поняття навчально-методичного комплексу.

- Розглянути систему дистанційної освіти і можливість реалізації навчальних комплексів через систему дистанційної освіти.
- Визначити достоїнства і недоліки, існуючих систем освіти.
- Розробити матеріали до навчального курсу.
- Визначити методи і форми ефективної передачі знань студентам.
- Розробити питання для контролю знань.

Гіпотеза дослідження - впровадження спеціально розробленої методичної системи, яка включає модульну побудову даного курсу, рейтинговий контроль знань і відповідне методичне забезпечення, це дасть змогу:

- інтенсифікувати процес навчання;
- студентам, що мають різний рівень здібностей, ефективно досягти базового і підвищеного (спеціальності «Середня освіта. Фізика») рівня знань та набути умінь розв'язування задач з дисципліни «Механіка суцільного середовища».

Відповідно до мети дослідження поставлені **завдання**:

1. Проаналізувати психолого-педагогічну, науково-методичну літературу з метою вивчення стану проблеми навчання і упровадження НМК у вищих навчальних закладах, спеціальну літературу з Механіки суцільного середовища
2. Сформулювати загальні психологічні і методичні вимоги до процесу формування знань та вмінь студентів з дисципліни.
3. На основі наукових принципів здійснити відбір змісту навчального матеріалу та встановити рівні програмних вимог щодо знань та вмінь студентів.
4. Розробити методичну систему і описати методику реалізації з використанням елементів модульної системи, рейтингового контролю знань у вивченні механіки суцільного середовища.

Для розв'язання поставлених задач використано комплекс **методів дослідження**:

- *теоретичні*: аналіз філософської, психолого-педагогічної, науково-технічної та навчально-методичної літератури з проблем дослідження, теоретичний синтез, узагальнення, моделювання педагогічних процесів;

- *емпіричні*: спостереження навчального процесу, анкетування, тестування, бесіди зі студентами та викладачами; педагогічний експеримент (констатуючий, пошуковий і формуючий етапи); методи математичної статистики.

Методологічною основою дослідження стали: системно-структурний підхід до аналізу навчальної діяльності; теорія розвиваючого навчання; психологічна теорія діяльності; загально дидактичні положення; Державна національна програма «Освіта» (Україна XXI століття).

Наукова новизна роботи визначається тим, що розроблено ДНМК і вперше запропоновано науково обґрунтовану методичну систему навчання дисципліни «Механіка суцільного середовища», орієнтовану на формування знань та вмінь студентів; вдосконалено зміст навчального матеріалу з курсу, створено мультимедійний курс лекцій; розроблено і перевірено приклади і типові завдання та задачі до практичних робіт.

Теоретичне значення дослідження полягає в тому, що:

- визначено методичні засади формування знань та вмінь студентів з механіки суцільного середовища на основі логічного підходу до його розгляду;

- визначено структуру і зміст нового курсу «Механіка суцільного середовища» для спеціальності «Середня освіта. Фізика» вищого навчального закладу (ВНЗ);

- одержані висновки можуть бути використані для розв'язування проблеми інтенсифікації процесу навчання у вивченні інших розділів курсу, пошуку підходів, ефективних форм та засобів навчання з дисципліни у вищій школі.

Практичне значення роботи: у процесі дослідження розроблено ДНМК з «Механіка суцільного середовища», який:

- дозволяє інтенсифікувати процес навчання;
- активізує самостійну роботу студентів.

Особистий внесок здобувача в уточненні шляхів підвищення інтенсифікації навчання відповідно до вимог сьогодення; у створенні методичної системи навчання з курсу «Механіка суцільного середовища»; розробці мультимедійного курсу лекцій, прикладів і завдань, а також питань за модулями курсу використання яких дозволяє інтенсивніше проводити навчання.

Апробація і впровадження результатів магістерської роботи.

Основні положення й результати дослідження впроваджено в практику роботи викладачів кафедри фізико-технічних систем та інформатики Навчально-наукового інституту фізики, математики та інформаційних технологій Державного закладу Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. Матеріали роботи використовуються під час проведення занять з курсу «Механіка суцільного середовища».

Структура роботи. Робота складається з переліку умовних скорочень, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг основного тексту магістерської роботи становить 99 сторінок, 2 таблиці та 40 рисунків, на 13 сторінках розміщено 3 додатки. Список використаних джерел становить 41 найменування і поданий на 4 сторінках.

У першому розділі описано теоретичні основи використання НМК у процесі навчання, розглянуто сучасний стан дистанційної освіти в Україні, проблеми упровадження ДНМК у вищих навчальних закладах України та у Навчально-науковому інституті фізики, математики та інформаційних технологій Державного закладу Луганського національного університету імені Тараса Шевченка.

Другий розділ містить аналіз методологічних аспектів різнорівневого формування знань та вмінь майбутнього фахівця, описано наукові засади

відбору змісту навчального матеріалу, розроблено та вирішено практичні задачі з дисципліни «Механіка суцільного середовища».

У третьому розділі описано методичні засоби формування знань та вмінь студентів, концептуальні положення методики, елементи модульної системи організації навчання з розробленого ДНМК.

У додатках подано скорочену версію ДНМК «Механіка суцільного середовища», представлено приклади елементів розробленого ДНМК.

РОЗДІЛ 1

ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ

Інтеграційні процеси в освітній сфері європейських країн, активним учасником яких є Україна, зумовлюють системну трансформацію університетської фізичної освіти, спрямованої на підготовку фахівців відповідно до міжнародних стандартів. Саме з цією метою в країні впроваджено модульну (кредитно-трансферну) систему організації навчально-виховного процесу (ECTS), що дозволяє реалізовувати діяльнісний, особистісно зорієнтований і компетентнісний підходи, забезпечує індивідуалізацію навчання, стимулює пізнавальну активність студентів, систематичну самостійну роботу протягом семестру. Навчання за таких умов стає не лише накопиченням знань і вмінь, а й постійним збагаченням досвіду, формуванням професійно спрямованих якостей особистості, навичок самоосвіти, самоконтролю й самовдосконалення. В умовах зміни освітніх парадигм та технологій навчання актуальним залишається перехід до нової моделі навчання, що формує у майбутнього вчителя фізики здатність до розв'язування нестереотипних професійних задач, до творчого мислення, зміщення акцентів на засвоєння фундаментальних знань, що покладені в основу цілісного сприйняття наукової фізичної картини світу, посилення взаємозв'язків теоретичної й практичної підготовки майбутнього вчителя до педагогічної діяльності.

Курс «Механіка суцільного середовища» сприяє інтегруванню, виявленню наступності змістових ліній фізичних дисциплін і варіативності способів розв'язування навчальних та практичних завдань на рівні міждисциплінарних взаємозв'язків. Встановлення взаємозв'язків між основними категоріями в навчальних дисциплінах у процесі підготовки майбутніх вчителів фізики уможливорює формування інтегрованого

категоріального апарату. Принцип інтеграції навчання проявляється у системності, комплексності, підсиленні впорядкованості наукового знання щодо закріплення єдності всієї цілісної наукової системи, а відтак уможливорює підвищення ефективності навчального процесу у структурі та змісті курсу.

Спектр визначених проблем та врахування концептуальних дидактичних засад і підходів до вивчення курсу “Механіка суцільного середовища”, свідчить про потребу розробки адекватної методики її навчання та методичних матеріалів, зокрема НМК. За основу побудови ефективної методики навчання обрали попереднє моделювання відповідної методичної системи навчання. Під моделюванням методичної системи навчання (ММСН) ми розуміємо систему, яка складається з дидактичної основи та педагогічних технологій, що застосовуються у даному навчальному періоді (курсі). Дидактична основа – це методи навчання та організаційні форми його реалізації, а педагогічні технології – засоби і навчальні прийоми, що безпосередньо використовуються у навчальному процесі. Основою моделювання навчання при підготовці майбутніх вчителів фізики поряд із урахуванням загально дидактичних принципів є зміщення акцентів у бік його технологізації, фундаменталізації, інтеграції.

Розробка НМК потребує розмежування процесу на внутрішні етапи; обґрунтування поетапності дій; визначення алгоритму виконання усіх технологічних операцій; корекції дій залежно від змін у навчальному процесі, що уможливорюється використанням принципу технологізації. Під принципом технологізації процесу навчання ми розуміємо трансформацію та впровадження конкретних інноваційних методів, засобів, форм та їх елементів в реальні ММСН. Метою і призначенням НМК є цілісне забезпечення навчальної дисципліни у комплексній структурі інших (згідно навчального плану спеціальності) в єдності з цілями навчання, змісту, дидактичного процесу, організаційних форм навчання й сукупності різних засобів навчання,

що складають одне ціле.

1.1. Структурні складові навчально-методичного комплексу

НМК можна визначити як сукупність різних дидактичних засобів навчання, в тому числі, друкованих посібників, технічних засобів навчання (ТЗН), навчальних програм та засобів телекомунікації, покликаних керувати самостійною роботою студента в процесі вивчення навчального курсу [14] .

Якщо говорити про загальні підходи до можливих структурних складових засобів навчання НМК, то вони можуть бути представлені таким чином [3, 19, 29]:

- паперові видання;
- мережні електронні навчальні видання (електронний підручник);
- комп'ютерні навчальні системи в гіпертекстовому і мультимедійному варіантах;
- аудіо навчально-інформаційні матеріали;
- відео навчально-інформаційні матеріали;
- лабораторні практикуми (в тому числі і лабораторні практикуми віддаленого доступу);
- інформаційні бази даних і знань з віддаленим доступом;
- електронні бібліотеки з віддаленим (мережевим) доступом;
- засоби навчання на основі комп'ютерних освітніх середовищ (КОС);
- засоби навчання на основі віртуальної реальності;
- засоби навчання на основі геоінформаційних систем.

Передумовою виникнення і наступного розвитку дистанційного навчання стало розширення сфери використання інтернет-технологій в усіх сферах життя і діяльності, у тому числі і в освіті. Вивчення інтернет-технологій і програмного забезпечення для роботи в інтернеті є обов'язковою

частиною будь-якої програми ВНЗ (а іноді і шкільною). З часом Інтернет став не лише об'єктом вивчення, але і перетворився в середовище, в якій можна вести повноцінне навчання охочих.

Навчально-методичний комплекс (НМК) - це певна, чітко визначена сукупність навчально-методичних документів, що являють собою модель освітнього процесу, яка згодом буде реалізована на практиці.

Мета призначення НМК дисципліни полягає в тому, щоб забезпечити цілісний навчальний процес з певної дисципліни в єдності цілей навчання, змісту, дидактичного процесу й організаційних форм навчання. Лише при дотриманні цієї умови НМК буде являти собою навчальний - сукупність різних засобів навчання, що складають одне ціле.

Традиційний НМК представлено на рис. 1.1. складається з двох частин: 1) матеріали щодо планування вивчення дисципліни; 2) матеріали методичного забезпечення вивчення навчальної дисципліни.

Перша частина представлена робочою програмою навчальної дисципліни, яка включає : пояснювальну записку, тематичний план, теми і плани лекцій, практичних, семінарських і лабораторних зайняти, завдання для самостійної роботи, питання для потокового контролю, тести, питання до іспиту (заліку), тематику курсових робіт (якщо їх написання передбачається при вивченні дисципліни), тематику кваліфікаційних (випускних) робіт.

До другої частини відносяться методичні матеріали : підручники, опорні конспекти лекцій, інструктивно - методичні матеріали (алгоритми, плани, інструкції) до практичних, семінарських і лабораторних зайняти, до проведення ділових ігор і розв'язання ситуаційних завдань, до самостійної роботи, до роботи з тестами, підготовки до іспитів, а також з виконання і захисту курсових та кваліфікаційних (випускних) робіт. Перехід вищих навчальних закладів на кредитно-модульну систему організації навчального процесу (КМСОНП) веде до зростання ролі самостійної роботи студентів на

тлі зменшення обсягів загальної аудиторної роботи. Тому навчальний процес вимагає модернізації, адекватної вимогам сьогодення.

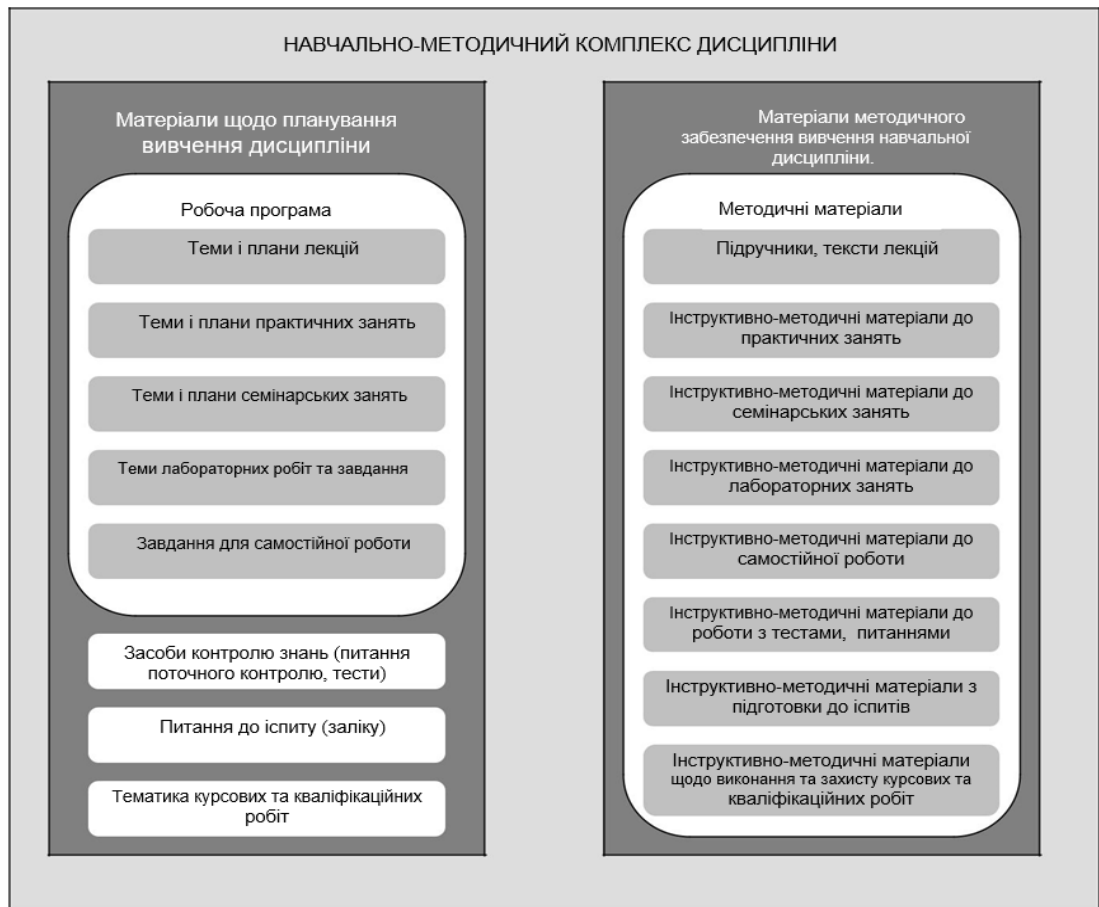


Рис. 1.1. Модель традиційного навчально-методичного комплексу дисципліни [35]

Модульне навчання, з якої б дисципліни воно не здійснювалося, передбачає створення та використання навчально-методичних посібників комплексного типу (НМК дисципліни за КМСОНП). Модель навчально-методичного комплексу, що відповідає кредитно - модульній технології представлена на рис. 1.2.

Згідно з модульним підходом до побудови навчально-методичного комплексу дисципліни подаються:

– матеріали щодо планування навчального процесу (робоча програма навчальної дисципліни, опис якої включає такі складові: пояснювальна записка - мета, завдання дисципліни, компетенції, яких має набути студент у

результаті вивчення навчальної дисципліни; змістовно - діяльнісна структура навчальної дисципліни (якщо вивчення тими, відповідно тематичного планування;

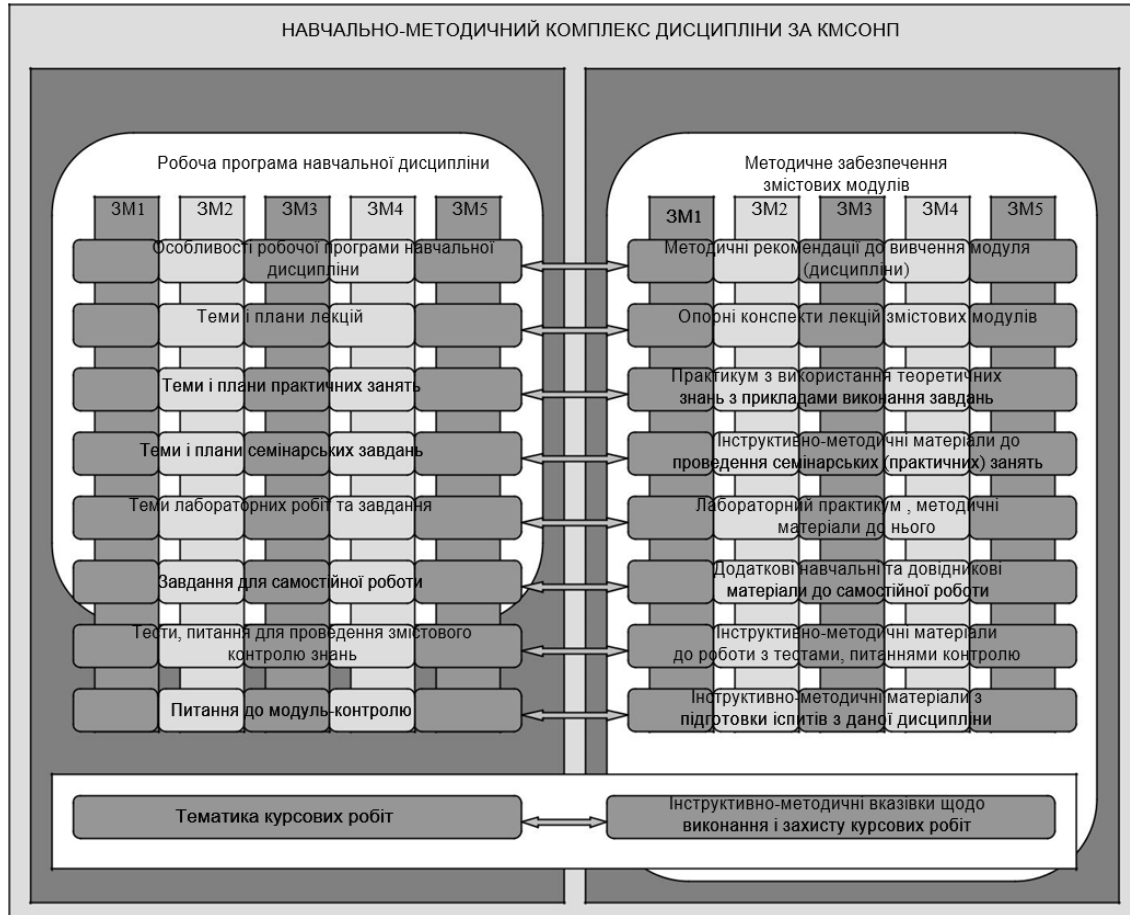


Рис. 1.2. Модель навчально-методичного комплексу дисципліни за КМСОНП [35]

– дисципліни, передбачає лекційне, семінарське заняття та самостійну роботу, то це й повинне бути відображено у змістовно - діяльнісній структурі. Відповідно до шкільного виду заняття прогнозуються результати навчання : розуміти, знати, уміти; зміст лекційного курсу - теми і плани лекцій, рекомендована література; зміст практичних та семінарських занять - теми і плани, рекомендована література; лабораторні роботи - теми і завдання; самостійна робота - зміст завдань та запитань, рекомендована література; тематика індивідуальних завдань, засоби діагностики навчальних

досягнень студентів: питання, тесті для модульного контролю знань, завдання різного ступеня складності для потокового контролю змістових модулів);

- матеріали з організації і проведення навчального процесу (підручники, опорні конспекти лекцій і інструктивно - методичні матеріали до практичних і семінарських зайнять, лабораторних робіт з прикладами виконання завдань, методичні рекомендації до звітів, інтерактивні мультимедійні матеріали для розв'язання ситуаційних завдань і методичні рекомендації з їх використання, інструктивно - методичні матеріали до самостійної роботи, додаткові навчальні та довідникові матеріали, літературу до вивчення дисципліни, критерії оцінювання навчальних досягнень студентів у процесі всіх видів навчальної діяльності та ін.) [14].

Основним структурним компонентом інформаційно-методичного забезпечення є створення електронного навчально-методичного комплексу дисципліни.

Форми проведення зайняти при використанні електронного навчально-методичного комплексу (зокрема, інформаційно - методичного блоку) зазнають певних змін, а саме:

- істотної модернізації зазнають лекційні заняття - викладач у процесі лекції широко може використовувати мультимедійні презентації, які являють собою тематично й логічно зв'язану послідовність інформаційних доз матеріалу модуля, тезовий відображають його ключові моменти, включають основні формули та схеми, а також статичні та динамічні зображення об'єктів, які вивчаються. Їх демонстрація здійснюється за допомогою мультимедійного проектора;

- студенти до скачування лекції можуть отримати опорні конспекти, які являють собою комплект слайдів презентацій, роздрукованих таким чином, щоб сторінка містила кілька слайдів та поле для заміток. Такі конспекти дозволяють студентів зосередитися на демонстрації презентацій, не витрачаючи години на копіювання зображень. Під година проведення

практичних та лабораторних робіт студенти мають можливість працювати з матеріалом, який вивчається в інтерактивному режимі, тобто впливати на роботу інформаційного засобу.

Такий підхід до планування та організації й проведення навчального процесу дозволяє не лише ефективно реалізувати навчальні плани та оптимізувати управління навчальним процесом, а й забезпечувати якісну підготовку фахівця.

1.2. Система дистанційної освіти

НМК може бути реалізовано через функціональні можливості системи дистанційної освіти.

Дистанційне навчання (ДН) - сукупність технологій, що забезпечують доставку учню основного об'єму матеріалу, що вивчається, інтерактивну взаємодію студентів і викладачів в процесі навчання, надання учням можливості самостійної роботи по освоєнню матеріалу, що вивчається, а також в процесі навчання [19].

Сучасне дистанційне навчання будується на використанні наступних основних елементів :

- середовища передачі інформації (пошта, телебачення, радіо, інформаційні комунікаційні мережі)
- методів, залежних від технічного середовища обміну інформацією.

Нині перспективною є інтерактивна взаємодія з учнем за допомогою інформаційних комунікаційних мереж, з яких масово виділяється середовище інтернет-користувачів. У 2003 році ініціативна група ADL почала розробку стандарту дистанційного інтерактивного навчання SCORM, який припускає широке застосування інтернет-технологій. Введення стандартів сприяє як поглибленню вимог до складу дистанційного навчання, так і вимог до програмного забезпечення. Нині є вітчизняні розробки програмного

забезпечення, які досить широко застосовуються як вітчизняними, так і зарубіжними організаціями, що надають послуги з дистанційного навчання.

Використання технологій дистанційного навчання дозволяє:

- понизити витрати на проведення навчання (не вимагається витрат на оренду приміщень, поїздок до місця навчання, як учнів, так і викладачів і тому подібне);
- проводити навчання великої кількості людей;
- підвищити якість навчання за рахунок застосування сучасних засобів, об'ємних електронних бібліотек і так далі;
- створити єдине освітнє середовище (особливо актуально для корпоративного навчання) [2].

Як правило, при дистанційному навчанні ВНЗ від студентів не вимагається увесь час знаходитися в аудиторії. У більшості програм і курсів навчальних закладів, що реалізують дистанційне навчання, все ж проходять очні заняття вечорами або вихідним. Ці заняття не обов'язкові для відвідування, але, як правило, украй корисні для вироблення практичних навичок у учнів. Також у ряді навчальних закладів використовуються короткі (одно - дводенні) виїзні школи, що дозволяють зібрати учнів на вихідних для групової роботи.

При дистанційному навчанні можуть використовуватися різноманітні методи донесення навчальної інформації. Вже змінилося декілька поколінь використовуваних технологій - від традиційних друкарських видань до найсучасніших комп'ютерних технологій (радіо, телебачення, аудіо/відеотрансляції, аудіо/відеоконференції, E - Learning/online Learning, інтернет-конференції, інтернет-трансляції)[2, 3, 9].

1.3. Переваги та недоліки системи дистанційного навчання.

1.3.1. Переваги дистанційного навчання

Нові технології дозволяють зробити візуальну інформацію яскравою і динамічною, побудувати сам процес освіти з урахуванням активної взаємодії студента з повчальною системою. Доступність і відкритість навчання - можливість вчитися віддалено від місця навчання, не покидаючи свій будинок або офіс. Це дозволяє сучасному фахівцеві вчитися практично усе життя, без спеціальних відряджень, відпусток, поєднуючи з основною діяльністю. При цьому роблячи упор на навчання увечері і у вихідні дні. Свобода і гнучкість, доступ до якісної освіти - з'являються нові можливості для вибору курсу навчання. Дуже легко вибрати декілька курсів з різних університетів, з різних країн. Можна одночасно вчитися в різних місцях, порівнюючи курси між собою. З часом в мережі з'являються самі кращі курси дистанційного навчання по різних спеціальностях. З'являються можливість навчання в кращих навчальних закладах, по найбільш ефективних технологіях, у найбільш кваліфікованих викладачів. Індивідуальність систем дистанційного навчання. Дистанційне навчання носить більш індивідуальний характер навчання, гнучкіше, той, що навчається сам визначає темп навчання, може повертатися по кілька разів до окремих уроків, може пропускати окремі розділи і так далі. Слухач вивчає навчальний матеріал в процесі усього часу навчання, а не тільки в період сесії, що гарантує глибші залишкові знання. Така система навчання примушує студента займатися самостійно і отримувати їм навички самоосвіти [19].

1.3.2. Недоліки дистанційного навчання

Відсутність прямого очного спілкування між тими, що навчаються і викладачем. А коли поруч немає людини, яка могла б емоційно забарвити знання, це значний мінус для процесу навчання. Складно створити творчу атмосферу в групі тих, що навчаються.

Необхідність в персональному комп'ютері і доступі в Інтернет. Необхідність постійного доступу до джерел інформації. Потрібно хорошу технічну оснащеність, але не усі охочі вчитися мають комп'ютер і вихід в Інтернет, потрібна технічна готовність до використання засобів дистанційного навчання.

Високі вимоги до постановки завдання на навчання, адмініструванню процесу, складність мотивації слухачів.

Однією з ключових проблем інтернет - навчання залишається проблема аутентифікації користувача при перевірці знань. Оскільки досі не запропоновано оптимальних технологічних рішень, більшість дистанційних програм, як і раніше, припускають очну екзаменаційну сесію. Неможливо сказати, хто на іншому кінці дроту. У ряді випадків це є проблемою і вимагає спеціальних заходів, прийомів і навичок у викладачів. Частково ця проблема вирішується з установкою відеокамер на стороні повчального і відповідного програмного забезпечення.

Необхідність наявності цілого ряду індивідуально-психологічних умов. Для дистанційного навчання потрібна жорстка самодисципліна, а його результат безпосередньо залежить від самостійності і свідомості учня. Як правило, ті, що навчаються відчують недолік практичних занять.

Відсутній постійний контроль над тими, що навчаються, який для звичайної людини є потужним спонукальним стимулом.

Висока вартість побудови системи дистанційного навчання, на початковому етапі створення системи, великі витрати на створення системи дистанційного навчання, самих курсів дистанційного навчання і купівлю технічного забезпечення.

Дистанційна освіта дозволяє реалізувати два основні принципи сучасної освіти – «освіта для усіх» і «освіта крізь усе життя».

Проблема вибору платформи, на якій буде побудована система дистанційного навчання, являється ключовою і цей вибір залежить від цілого

ряду чинників: які вимоги пред'являються до середовища, які функціональні характеристики мають бути присутніми, на яких користувачів орієнтовано середовище, і, що важливо, які засоби ви маєте для придбання і підтримки необхідної платформи.

Плюси комерційного програмного забезпечення широко відомі: в більшості своїй це надійні продукти (особливо ті, які затвердилися на ринку), з належним рівнем підтримки користувачів, регулярними оновленнями і новими версіями. Проте є і мінуси. Так, наприклад, існує проблема “закритих дверей” : по-перше, код джерела недоступний користувачам, тому навіть невеликі зміни на рівні користувача не представляються можливими. Користувач може спробувати вийти на контакт з компанією-виробником, якщо у нього з'явилися пропозиції про удосконалення, але дуже маловірогідне, що його ідеї будуть втілені в короткий проміжок часу, якщо взагалі будуть. Окрім цього до мінусів можна віднести високу вартість будь-якого комерційного продукту, регулярні виплати за ліцензію, за кількість користувачів (що загалом є метою будь-якого мережевого співтовариства), що збільшилася, і ін.

Усе це примушує звернути увагу активно виникаючі Open Source (OS) системи ДН і зважити наявні в цьому випадку мінуси і плюси. Зазвичай до мінусів OS відносять так званий чинник «БНС» - боязнь, невпевненість і сумнів користувачів в якості і надійності програм, їм ставиться неувага до стандартів доступу (accessibility Standard), існує боязнь піратства (коли можуть незаконно присвоїти те, що ти створив на основі OS) і ін. Безперечні достоїнства продукту полягають в тому, що OS є найбільш природним вибором для освітніх проектів, оскільки його коріння лежить в ідеї співпраці, і сама ідеологія дозволяє об'єднати таланти і досвід великої кількості викладачів, студентів, волонтерів-програмістів в розвитку і вдосконаленні освітніх програмних продуктів. Більше того, таке повчальне програмне забезпечення може функціонувати як інструмент, орієнтований на того, що

навчається, як основа для гнучкої зміни навчання, адаптованого для тієї або іншої навчальної програми.

1.3.3. Стандарти в електронному навчанні

Стандарт - це формат, затверджений визнаним інститутом стандартизації або прийнятий підприємствами галузі де-факто як зразок. Існують стандарти для мов програмування, операційних систем, форматів представлення даних, протоколів зв'язку, електронних інтерфейсів і так далі [34].

Наявність стандартів важлива для будь-якого користувача інформаційних технологій, оскільки саме завдяки стандартизації кожен користувач може комбінувати устаткування і програми різних виробників відповідно до своїх індивідуальних потреб. Якщо єдиний стандарт відсутній, то користувач повинен обмежуватися пристроями і програмами лише одного виробника. Стандартизації підлягають як устаткування, так і програмне забезпечення, зокрема, програми, використовувані в електронному навчанні.

До найбільш поширених стандартів у сфері електронного навчання відносяться наступні:

IMS - Instructional Management Systems (Системи організації навчання)

IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers (Інститут електротехніки і електроніки),

AICC - Airline Industry Computer Based Training Committee (Міжнародний комітет з комп'ютерного навчання в авіації),

ADL - Advanced Distributed Learning (Просунуте розподілене навчання)

ARIADNE (Консорціум APIADNE),

SCORM - Sharable Content Object Reference Model (Модель обміну навчальними матеріалами)[9].

Стандарт IMS. Основним недоліком існуючих систем організації навчання є те, що в системах різних виробників функції (наприклад,

вистежуванням користування, обробка інформації про користувача, підготовка звітів про результати і так далі), що управляють, здійснюються по-різному. Це призводить до збільшення собівартості навчальних матеріалів. Пояснюється це декількома причинами.

По-перше, розробникам навчальних матеріалів доводиться створювати окремі прикладні програми для різних систем організації навчання -для того, щоб навчальні матеріали, що розробляються ними, могли успішно використовуватися на різних платформах.

По-друге, творці систем організації навчання часто бувають вимушені вкладати гроші в розробку власних засобів авторизації навчальних матеріалів.

Нарешті, розробники, як правило, не мають можливості розподіляти витрати на розробку між продавцями і, крім того, вони обмежують збут своєї продукції споживачам, що зупинили свій вибір на якихось конкретних серіях їх виробів.

Стандарти, що розробляються Консорціумом глобального навчання IMS (IMS Global Learning Consortium), допомагають уникнути цих труднощів і сприяють впровадженню технології навчання, заснованої на функціональній сумісності. Деякі специфікації IMS отримали всесвітнє визнання і перетворилися на стандарти для навчальних продуктів і послуг. Основні напрями розробки специфікацій IMS - метадані, упаковка змісту, сумісність питань і тестів, а також управління змістом.

Стандарти для метаданих визначають мінімальний набір атрибутів, необхідний для організації, визначення місцезнаходження і оцінки навчальних об'єктів. Значущими атрибутами навчальних об'єктів є тип об'єкту, ім'я автора об'єкту, ім'я власника об'єкту, терміни поширення і формат об'єкту. В міру необхідності ці стандарти можуть також включати опис атрибутів педагогічного характеру - таких як стиль викладання або взаємодії викладача з учнем, отримуваний рівень знань і рівень попередньої підготовки [14].

Створена IMS інформаційна модель упаковки змісту (BUC) описує структури даних, покликані забезпечити сумісність матеріалів, створених за допомогою інтернету, з інструментальними засобами розробки змісту, системами організації навчання (learning management systems - LMS) і так званими робочими середовищами, або оперативними засобами управління виконанням програм (run - time environments). Модель BUC IMS створена для визначення стандартного набору структур, які можна використовувати для обміну навчальними матеріалами.

Специфікація сумісності питань і систем тестування IMS описує структури даних, що забезпечують сумісність питань і систем тестування, створених на основі використання інтернету. Головна мета цієї специфікації - дати користувачам можливість імпортувати і експортувати матеріали з питаннями і тестами, а також забезпечити сумісність змісту навчальних програм з системами оцінки.

Специфікація управління змістом, підготовлена IMS, встановлює стандартну процедуру обміну даними між компонентами змісту навчальних програм і робочими середовищами.

Стандарт SCORM. Серед усіх продуктів стандартизації електронного навчання SCORM, що з'явилися останнім часом, отримав найширше визнання. Ця модель використовується при створенні систем навчання, що спираються на ресурси інтернету. Еталонна модель SCORM складається з трьох частин: вступу, або оглядової частини (the Overview), опису моделі інтеграції змісту (the Content Aggregate Model) і опису робочого середовища, або середовища виконання програм (the Run - Time Environment - RTE). У першій частині описуються стандарти ADL і дається логічне обґрунтування створення еталонної моделі. Друга частина містить практичні поради по виявленню ресурсів і перетворенню їх в структурований навчальний матеріал. У останній частині даються практичні поради по здійсненню зв'язку з веб-середовищем і відстежуванню її вмісту [36].

У ідеальній ситуації, відповідній еталону SCORM, усі елементи повчальних програм функціонально сумісні з усіма системами LMS і середовищами VLE. Будь-яку відповідну стандарту повчальну комп'ютерну програму можна ввести в наявну систему організації навчання / віртуальне середовище, і між ними буде можливий обмін даними.

SCORM - це, швидше, не стандарт, а еталон, за допомогою якого перевіряється ефективність і практична застосовність набору окремих специфікацій і стандартів. Цей еталон використовується такими розробниками стандартів, як IEEE і IMS, для об'єднання створених ними специфікацій.

Згідно з вимогами SCORM, навчальні програми повинні містити три основні компоненти:

1. Мова взаємодії програм (run - time communications) - іншими словами, стандартна мова, на якій повчальна програма “спілкується” з системою організації навчання (LMS) або з віртуальним середовищем навчання (VLE). Наявність такої мови важлива передусім тому, що він дозволяє запустити і завершити програму навчання, знаходячись в LMS або VLE. Крім того, ця мова робить можливою передачу даних про оцінки з навчальної програми в LMS.

2. Файл-маніфест / пакет змісту (Content package). Цей файл містить повний опис курсу навчання і його складових.

3. Метадані про курс. Кожен фрагмент курсу - зображення, сторінка HTML або відеокліп - асоціюється з певним файлом метаданих, в якому знаходяться вказівки на те, що цей фрагмент є і де знаходиться [36].

Метадані - співвідносяться один з одним дані про ресурси, навчальні матеріали, користувачів, питання, тести та ін., основними функціями яких є опис і структуризація інформації, а також управління нею.

Система метаданих - комбінація полів, визначень, форматів, представлення даних, структур, зв'язуючих елементів, правил і інструментів

управління. Частиною системи метаданих може бути також метод передачі інформації про вище перелічені компоненти користувачеві.

Упаковка змісту - стандартизований опис структури змісту, який можна використовувати для обміну навчальними матеріалами.

Навчальним об'єктом називається незалежний інформаційний блок, призначений для багатократного використання як модуль в різних матеріалах електронного навчання. Навчальні об'єкти найбільш ефективні тоді, коли для їх класифікації використовуються метадані і коли для зберігання інформації використовується система типу Language Content Management System - LCMS (система управління змістом навчання, або система організації навчальних матеріалів), IEEE, AICC, ADL, ARIADNE, SCORM.

1.3.4. Загальні вимоги до НМК

Основою системи відкритої освіти (СВО) є дистанційне навчання (ДН), технологічною основою якого в свою чергу є сучасні інфо-телекомунікаційні технології. Не менш важливою ланкою є конкретна інформація, інформаційні ресурси (ІР), «контент». У першому наближенні складу ІР СВО та ДО повинен повторювати інформаційне забезпечення традиційної системи освіти, де центральною ланкою є програма курсу і базовий підручник. У зв'язку з цим однією з найважливіших завдань на цьому етапі створення СВО є розробка ІР навчального призначення, в першу чергу електронних аналогів базового навчально-методичного забезпечення. Проте «механічне» перенесення навчально-методичних матеріалів та підручників на електронні носії навряд чи може гарантувати досягнення цілей навчання в системі ДН. Принципи і технології ДН докорінно змінюють характер і стиль взаємодії викладача і учня. На перший план виступає самостійна робота, спланувати, забезпечити і направити яку - найважливіше завдання викладача.

Виходячи з цього виникають загальні вимоги до ІР, зокрема до інформаційного та навчально-методичного забезпечення навчальних дисциплін:

- замкнутість і системність - ІР з навчальної дисципліни повинні представляти повністю замкнутий, завершений, самодостатній комплекс матеріалів; загальним критерієм змістовної частини ІР при цьому є вимоги Державних освітніх стандартів, професійно-освітніх програм, вимоги до змісту додаткових професійних освітніх програм;

- дидактична достатність - програмно-методична реалізація ІР з дисципліни повинна компенсувати втрату ефекту від очної навчально-пізнавальної діяльності учня у навчальному закладі; досягається це за рахунок оптимального використання можливостей програмно-технічних та телекомунікаційних технологій;

- педагогічна багатофункціональність - можливість використання комплексу навчально-методичних матеріалів з дисципліни в різних формах отримання та рівнях освіти.

Дані загальні вимоги є інваріантними щодо предметної області та рівня освіти. [3].

Далі представлені систематизовані вимоги до складу, структури і формою подання навчально-методичного комплексу з курсу для системи ДН.

Виходячи з вимог замкнутості, системності та дидактичної достатності оптимальний склад навчально-методичного комплексу (НМК) за курсом можна визначити наступним:

- Робоча програма.
- Керівництво з вивчення дисципліни (методичні вказівки для самостійної роботи).
- Теоретична частина (навчальний посібник).
- Практикум.
- Довідник (глосарій).

- Електронна бібліотека курсу.
- Система тренінгу та контролю.

1.3.5. Робоча програма курсу

Робоча програма формується на основі вимог Державних освітніх стандартів, професійно-освітніх програм, вимог до змісту додаткових професійних освітніх програм. Робоча програма курсу в концентрованому вигляді представляє всі основні риси курсу. Будучи його основним методичним документом, робоча програма визначає:

- цілі вивчення курсу,
- результат навчання за курсом,
- зміст курсу,
- структурування навчального матеріалу,
- форми та методики навчальної діяльності, їх співвідношення,
- форми і методи діагностики та контролю досягнення цілей

навчання.

Відповідно до виконуваних функцій робоча програма курсу повинна містити такі компоненти:

- Інформація про автора (авторів) курсу. Наводиться місце роботи, посада, науковий ступінь, вчене звання, стаж науково-педагогічної діяльності, область наукових інтересів, найбільш значущі публікації, у тому числі науково-та навчально-методичні.

- Вимоги до курсу. Основою є вимоги Державних освітніх стандартів, професійно-освітніх програм, вимоги до змісту додаткових професійних освітніх програм. Однак, враховуючи стислість і спільність даних документів (в частині конкретної дисципліни), наводиться авторське розшифрування загальних і приватних наукових методів і методик, характеру завдань, вирішенням яких буде володіти учень в результаті успішного проходження курсу (на основі зарубіжного та вітчизняного досвіду, думки провідних вчених та наукових шкіл, і т.ін.) [14].

- Анотація курсу. Вказуються принципи та особливості побудови курсу, зокрема для кого призначений курс, місце курсу в основній освітній програмі підготовки, головна (узагальнююча) мета курсу, базова частина теоретичного матеріалу, базові поняття. Обов'язково повинні бути сформульовані вимоги до початкової підготовки, необхідні для успішного проходження курсу. Вказується обсяг курсу в годинах, коротка характеристика основних видів навчальної діяльності, співвідношення теоретичної та практичної частин, основні етапи та форми контролю.

- Цілі і завдання курсу. Наводиться формулювання цілей вивчення дисципліни, формується мотивація вивчення дисципліни. Завдання вивчення дисципліни розкриваються через виклад бажаних (необхідних) результатів вивчення дисципліни, що характеризують конкретний склад знань і умінь. [2,9,14].

- Структура та зміст теоретичної частини курсу. Структура курсу тісно пов'язана з його цільовими установками, відображає характер і принцип побудови навчальної дисципліни (фундаментальна, прикладна). Після визначення цілей і завдань структуризація навчального матеріалу є другим найважливішим етапом проектування курсу. Дотримання принципу модульності - основна вимога при структуризації, це дозволить вибирати індивідуальну освітню траєкторію, використовувати НМК в різних рівнях освіти. Перший рівень структуризації - розбиття лінійного навчального матеріалу на розділи, підрозділи, тематичні дози ("модулі першого рівня"). Даний рівень структуризації практично нічим не відрізняється від змісту традиційного навчального посібника, де глибина структуризації повністю визначається авторським баченням курсу. Другий рівень структуризації передбачає створення системи "вкладених модулів": в модуль першого рівня, що є елементарною структурною одиницею лінійного навчального матеріалу, "вкладаються" модулі другого рівня. Спосіб і ступінь структуризації другого рівня визначається авторським розумінням "принципу розумної достатності".

При цьому необхідно пам'ятати, що слабка ступінь структуризації знижує шанси забезпечити педагогічну багатофункціональність НМК, надмірно висока - здатна заплутати того, хто навчається у своєму лабіринті. Оптимальним прикладом може служити наступний: модуль першого рівня - основна інформація по даному тематичним модулю, викладена у вигляді тез, обсягом не більше 1-2 сторінок; на другому рівні розташовуються (рівноправно, але не один в одному) модулі ілюстративного матеріалу (в т. ч. комп'ютерні анімації), моделювання, модуль розгорнутого викладу питання зі своїми субмодулями ілюстрацій та ін. Найкраще уявлення структурованого навчального матеріалу - у вигляді блок-схеми з позначенням назви модулів.

- Структура та зміст практичної частини курсу. Наводиться тематика і розкривається зміст практичних занять, семінарів, лабораторних робіт.

- Навчальна діяльність. Аналогом даного розділу програми в традиційному розумінні є “поурочне планування”. У даному розділі програми описується конкретна діяльність учня в процесі проходження курсу. Важливість даного розділу полягає в тому, що він визначає, рекомендує послідовність дій і обсяг роботи (в годинах) при проходженні курсу. При цьому необхідним є рекомендованим баланс теоретичної та практичної роботи над курсом, рекомендований час на самостійну роботу, на виконання практичних завдань, і т.ін. Рекомендується даний розділ програми представити у графічному або табличному вигляді, де структурований навчальний матеріал представлено разом із загальною трудомісткістю (в годинах) курсу, розділу, модуля з поділом за видами навчальних занять, діяльності учня, з урахуванням форми навчання і рівня освіти.

- Контроль досягнення цілей курсу. Наводяться етапи, форми і методи контролю якості проходження курсу.

- Контролюючі матеріали. Тематика і перелік контрольних робіт, завдань, перелік питань для проміжного і підсумкового контролю (заліку, іспиту).

- Тематика та перелік курсових робіт, рефератів.
- Навчально-методичне забезпечення дисципліни. Наводиться перелік обов'язкової літератури (підручники, навчальні посібники, монографії), перелік додаткової літератури, до якого включаються видання, рекомендовані для поглибленого вивчення, з зазначенням тим, за якими необхідно використовувати наведені видання.

1.4. Висновки до розділу 1

В першому розділі роботи проаналізовано поняття навчально-методичного комплексу, вивчено його загальну структуру та вимоги .

Розглянуто систему дистанційної освіти й можливості реалізації навчальних комплексів через систему дистанційної освіти.

Після вивчення теоретичного матеріалу було визначено переваги і недоліки, існуючих систем освіти. Аналіз показав, що найліпший склад навчально-методичного комплексу за курсом можна визначити наступний: робоча програма, керівництво з вивчення дисципліни (методичні вказівки для самостійної роботи), теоретична частина (навчальний посібник), практикум, довідник (глосарій), електронна бібліотека курсу, система контролю. Об'єднання засобів навчання у цілісну систему – навчально-методичний комплекс призводить до суттєвого підвищення ефективності кожного з його компонентів [14].

Необхідністю та реальною можливістю стає в такому випадку обґрунтований розподіл методичних функцій між компонентами комплексу з чіткою орієнтацією на обов'язкове здійснення функціонально-цільового призначення кожного з компонентів.

Розглянувши структуру НМК спеціальних фізичних дисциплін, можемо пропонувати впровадження у практику навчання комп'ютерних засобів, які є запорукою продуктивної та гармонійної роботи студентів і викладачів. Відповідно до цих вимог був складений НМК, який містить у собі навчальний

матеріал з вибіркової дисципліни «Механіка суцільного середовища», складений відповідно до освітньої програми зі спеціальності 014 «Середня освіта» за спеціалізацією 014.08 «Середня освіта (Фізика)», яка вводиться в дію з 01.09.2022 р. (наказ № 93-ОД від 23 червня 2022 р.)[41].

Визначено теоретико-методичні аспекти до інформаційного та навчально-методичного забезпечення. Проаналізовано наступні вимоги до навчально-методичного забезпечення: замкнутість і системність, дидактична достатність, педагогічна багатофункціональність.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДОЛОГІЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «МЕХАНІКА СУЦІЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА»

У Державній національній програмі «Освіта» («Україна XXI століття») вказується, що саме «вища освіта має стати могутнім фактором розвитку духовної культури українського народу, відтворення продуктивних сил України» [11, с.33]. Зараз національна освіта переживає складний етап свого реформування. Існуюча в Україні система освіти перебуває в стані, що не задовольняє вимог, які постають перед нею в умовах розбудови української державності, культурного та духовного відродження українського народу», - зазначається в програмі, - «Це виявляється передусім у невідповідності освіти запитам особистості, суспільним потребам та світовим досягненням людства, у знеціненні соціального престижу освіченості та інтелектуальної діяльності...» [11]. Перед вищою школою поставлене завдання переходу до такої системи підготовки фахівців, яка відповідно до здібностей особистості має задовольняти її потреби і можливості у здобутті відповідного рівня освіти. Для реалізації вказаного завдання серед іншого передбачається широке використання новітніх педагогічних технологій, впровадження модульної побудови навчального матеріалу, створення можливостей для диференціації та індивідуалізації навчально-виховного процесу.

Для визначення методологічних аспектів нашого дослідження необхідно проаналізувати педагогічні ідеї, концепції та теорії, які виступають як методологічні категорії педагогіки вищої школи і забезпечують впровадження новацій у змісті та методах навчання [11].

Серед низки сучасних педагогічних концепцій вищої школи з огляду на визначення методологічних аспектів нашого дослідження виділимо концепцію гнучких педагогічних технологій навчання, принципові положення якої обґрунтовані у ряді праць [2, 3, 11, 12, 14, 19, 29, 36]. З урахуванням того,

що технологію навчання можна тлумачити як систему «засобів, що використовуються у навчанні, і способів їх застосування», що технологія навчання як певна галузь знань є «проміжна ланка між теорією і практикою навчання» [29], і того, що нова технологія насамперед повинна бути динамічною та гнучкою, науковці підкреслюють, що така технологія навчання має «забезпечувати режим найбільшого сприяння для реалізації індивідуальних інтересів, можливостей і здібностей студентів» [19]. У гнучкій технології навчання закладаються принципово нові підходи до процесу навчання (програмоване навчання, модульне навчання тощо), «принципово нові форми контролю й оцінювання знань студентів: індивідуальні співбесіди, публічні огляди, ... метод оцінювання групами експертів» [36, с. 49] та інші контрольні заходи.

2.1. Електронні навчально-методичні комплекси як засіб підготовки майбутніх учителів до інноваційної педагогічної діяльності

Головною метою підготовки майбутніх учителів до інноваційної педагогічної діяльності є формування професійних знань, умінь та навичок мислення, самостійного пошуку та вирішення професійних питань, критичного аналізу умов та прийняття рішень. Упровадження Закону України «Про вищу освіту» визначає в якості одного з основних напрямів удосконалення освітнього процесу широке використання інтенсивних методів навчання, заснованих на впровадженні сучасних інформаційних та інноваційних технологій. Це породжує проблему пошуку нових форм організації освітнього процесу, серед яких важливе місце займає використання електронних освітніх ресурсів, що дозволяють використовувати інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) для підвищення ефективності як самого процесу навчання, так і контролю одержаних знань. [11]

До основних видів електронних освітніх ресурсів відносять: електронний документ (інформація подана у формі електронних даних і для

використання якого потрібні технічні засоби); електронне видання (ресурс, що пройшов редакційно-видавниче опрацювання, має вихідні відомості й розповсюджується в незмінному вигляді); електронний аналог друкованого видання (електронна копія друкованого видання, у якій на сторінці зберігаються розташування тексту, ілюстрацій, посилань, приміток тощо); електронні дидактичні демонстраційні матеріали (презентації, схеми, відео- й аудіо записи, мультимедіа тощо, призначені для супроводу освітнього процесу); інформаційні системи (організаційно впорядкована сукупність документів (масивів документів) та інформаційних технологій, що призначені для зберігання, обробки, пошуку, розповсюдження, передачі та надання інформації); репозиторій електронних ресурсів (інформаційна система, що забезпечує зосередження в одному місці сучасних електронних освітніх ресурсів із можливістю надання доступу до них через технічні засоби, в тому числі в інформаційних мережах; комп'ютерний тест (стандартизовані завдання, представлені в електронній формі, призначені для вхідного, проміжного і підсумкового контролю рівня навчальних досягнень, а також самоконтролю та/або такі, що забезпечують вимірювання психофізіологічних і особистісних характеристик випробовуваного); електронний словник (електронне довідкове видання упорядкованого переліку мовних одиниць (слів, словосполучень, фраз, термінів, імен, знаків), доповнених відповідними довідковими даними); електронний довідник (електронне довідкове видання прикладного характеру, в якому назви статей розташовані за абеткою або в систематичному порядку); електронна бібліотека (набір електронних освітніх ресурсів різних форматів, у якому передбачено можливості для їх автоматизованого створення, пошуку і використання); електронний посібник (навчальне електронне видання, використання якого доповнює або частково замінює підручник); електронний підручник (електронне навчальне видання з систематизованим викладом дисципліни (її розділу, частини), що відповідає навчальній програмі); електронні методичні матеріали (електронне навчальне

або виробничо-практичне видання роз'яснень з певної теми, розділу або питання навчальної дисципліни з викладом методики виконання окремих завдань, певного виду робіт); віртуальний лабораторний практикум (інформаційна система, що є інтерактивною демонстраційною моделлю природних і штучних об'єктів, процесів та їх властивостей із застосуванням засобів комп'ютерної візуалізації); комп'ютерна модель (інформаційна система відтворення чи відображення об'єкту, задуму (конструкцій), опису чи розрахунків, що відображає, імітує, відтворює принципи внутрішньої організації або функціонування, певні властивості, ознаки чи (та) характеристики об'єкта дослідження чи відтворення (оригіналу) засобами комп'ютерних технологій) [2; 3].

2.2. Наукові засади відбору змісту навчального матеріалу з дисципліни «Механіка суцільного середовища».

Вивчаючи літературу та Інтернет джерела з питань розробки НМК з дисципліни «Механіка суцільного середовища» з'ясували, що в більшості своїй на форумах практичні питання МСС викладаються безструктурну і безсистемно, а класична література, часто містить лише теорію і навчитися на її основі досить складно. Крім того досліджуваний матеріал досить об'ємний. Тому в ході роботи визначили найнеобхідніші, на нашу думку, елементи, в розробці практичного і лекційного курсів. Логіка розробки: практичні роботи продовжують і розширюють матеріал лекційних занять.

Правильне визначення структури, обсягу, змісту дисципліни, що відповідає рівню інформатизації суспільства і забезпечує ефективне досягнення цілей освіти з фізики, є однією із головних проблем перебудови методичної системи навчання фізики на сучасному етапі вищої школи. У визначенні змісту дисципліни «Механіка суцільного середовища» в курсі слід виходити з положень, що відображають логіко-психологічний аспект відбору навчального матеріалу. Суть їх полягає у тому, що знання засвоюються у

процесі аналізу умов їх походження, завдяки яким вони стають необхідними, і, поряд з цим, навчальний матеріал має забезпечувати можливість:

- виявлення предметних джерел знань і виділення генетично вихідного, суттєвого, всезагального відношення, що визначає зміст і структуру об'єкта даних знань;
- відтворення такого відношення у відповідних моделях, що дозволяє виявляти його властивості у чистому вигляді;
- конкретизувати вказане відношення об'єкта у системі окремих знань про нього, єдність яких дозволяє здійснювати мисленні переходи від всезагального до окремого і навпаки;
- набуття загально навчальних умінь переходу від виконання дій у розумовому плані до виконання їх у зовнішньому плані і навпаки [29, с. 123].

У відборі змісту дисципліни було враховано теоретично і експериментально обґрунтовані принципи відбору змісту освіти у середній школі [34]:

- принцип пріоритету розвиваючої функції навчання;
- принцип диференційованої реалізованості;
- принцип інформаційної ємності і соціальної ефективності;
- принцип діагностико-прогностичної реалізованості,
- дидактичні принципи навчання (науковості та доступності, наступності, систематичності, системності, перспективності і наочності);
- модульний принцип добору змісту;
- принцип концентризму;
- принцип гуманізації і гуманітаризації освіти.

Виділимо деякі принципи та засади відбору змісту навчального матеріалу з курсу.

2.2.1. Принципи науковості та практичні досягнення з МСС

1. Науковість, орієнтація на сучасні наукові та практичні досягнення зі надпровідності та магнетизму.

Принцип науковості передбачає відбір вірогідної, науково достовірної інформації для передачі студентам. У сучасній науковій думці переважає розуміння механіки суцільного середовища, як доволі прогресивно розвиваючої галузі науки. Метою механіки суцільного середовища є:

- встановлення законів деформування, пошкодження та руйнування матеріалів;
- розробка методів постановки та методів вирішення крайових задач для прогнозування поведінки деформівних твердих тіл різної природи при різноманітних впливах;
- виявлення нових зв'язків між структурою матеріалів, характером зовнішніх впливів і процесами деформування та руйнування;
- вирішення технологічних проблем деформування та руйнування, а також попередження неприпустимих деформацій і тріщин у конструкціях різного призначення;
- планування, проведення та інтерпретація експериментальних даних по вивченню деформування, пошкодження і руйнування матеріалів.

Відносна позиція будь-яких точок деформованого твердого тіла може змінюватися. Таке тіло має внутрішні ступені свободи (на додаток до поступальних і обертальних), які зазвичай називають коливальними ступенями свободи. Деформоване тіло без дисипаційних ступенів свободи називається абсолютно пружним тілом; якщо ж є дисипація, то тіло називається непружним.

Рівняння руху деформованого тіла, набагато складніші ніж для абсолютно твердого тіла, так як необхідно додаткові координати для обліку деформації тіла. Теорія малих зсувів часто використовується інженерами і фізиками для вирішення проблем теорії пружності, в які залучена деформація. Це дозволяє спростити проблему і полегшити її рішення. Ці апроксимації (наближення) дозволяють методикою дуже сильно наблизитися до реальності, однак тільки до тих пір, поки деформації незначні. Якщо необхідно описати

великі зміщення, часто використовують метод скінченних елементів. Деформації зазвичай характеризуються тензором деформації.

Тензор деформації характеризує стиснення (розтягнення) і зміну форми в кожній точці тіла при деформації:

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} + \sum_l \frac{\partial u_l}{\partial x_i} \frac{\partial u_l}{\partial x_j} \right),$$

де u - вектор, що описує зсув точки тіла: його координати - різниця між координатами близьких точок після (dx'_i) і до (dx_i) деформації. Диференціювання проводиться за координатами у відлікової конфігурації (до деформування). Відстані до і після деформації пов'язані через ε_{ij} :

$$dl'^2 = dl^2 + 2\varepsilon_{ij} dx_i dx_j, \text{ (по повторним індексам ведеться підсумовування).}$$

За визначенням тензор деформації симетричний, тобто: $\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ji}$. [25]

У таблиці 2.1. представлено складові частини механіки суцільних середовищ.

Таблиця 2.1. - Зв'язок з механікою суцільних середовищ [25]

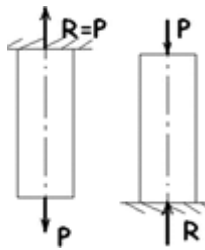
Механіка суцільних середовищ: вивчення поведінки суцільних середовищ	Механіка деформівного твердого тіла: вивчення поведінки твердих тіл в умовах навантажень	Теорія пружності: описує матеріали, котрі відновлюють свою форму після припинення силового впливу на них	
		Механіка руйнування: описує закономірності зародження і розвитку неоднорідностей і дефектів структури матеріалу типу тріщини, дислокацій, пор, включень тощо при статичних і динамічних навантаженнях	
		Теорія пластичності: описує матеріали (тіла) що набувають незворотної деформації після прикладання до них силових впливів.	Реологія: дослідження матеріалів, що характеризуються одночасно властивостями твердих тіл і рідин.
	Механіка рідин та газів: дослідження поведінки суцільних середовищ (рідин та газів), що набувають форми посудини, у якій вони знаходяться.	Неньютонівські рідини	
	Ньютонівські рідини		

МСС є однією з базових складових технічного прогресу в багатьох

секторах економіки і буде відігравати важливу роль у нашому повсякденному житті.

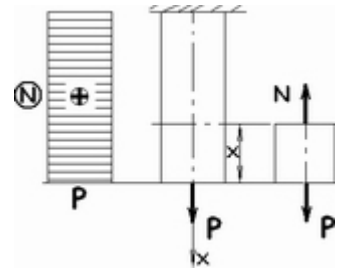
Розглянемо, як приклад, питання та задачі які вивчаються в курсі МСС.

2.2.1.1. Поняття про розтяг і стиск



Вісь стержня-лінія, що проходить через центри ваги поперечних перерізів.

Центральний розтяг (стиск) має місце тоді, коли рівнодійна навантаження напрямлена вздовж осі стержня. Для визначення внутрішніх сил використовуємо метод поперечних перерізів. Встановлюємо, що при розтягуванні (стисканні) стержня в поперечних перерізах діє один внутрішній силовий фактор-поздовжня сила N .

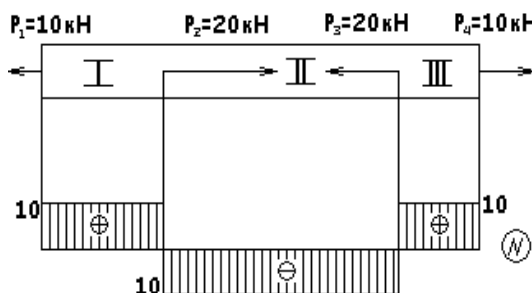


2.2.1.2. Епюри поздовжніх сил

Графік, що показує зміну внутрішніх сил при переході від одного до другого поперечного перерізу називається *епюрою*. Величина зусилля відкладається в якомусь масштабі у вигляді відрізків, перпендикулярних до осі стержня. Внутрішня поздовжня сила N у довільному поперечному перерізі дорівнює алгебраїчній сумі проекцій на вісь стержня усіх зовнішніх сил, взятих по одну сторону від перерізу.

Сили розтягу (напрявлені від перерізу) вважають додатними, сили стиску (напрявлені до перерізу) – від'ємними.

Приклад 1



Розбиваємо стержень на ділянки, границями яких є перерізи, до яких прикладені сили.

I ділянка: $N_I = P_1 = 10 \text{ кН}$;

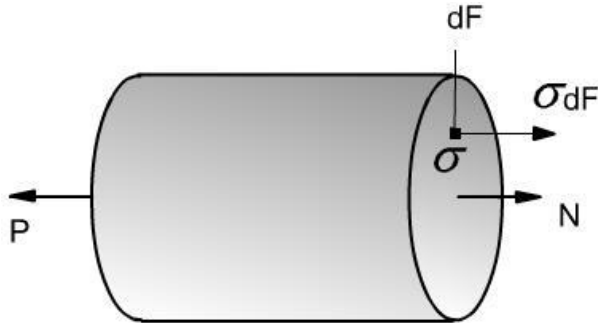
II ділянка: $N_{II} = P_1 - P_2 = 10 - 20 = -10 \text{ кН}$;

III ділянка: $N_{III} = P_1 - P_2 + P_3 = 10 - 20 + 20 =$

10 кН.

В поперечному перерізі, в якому прикладена зосереджена сила – на епюрі стрибок на величину цієї сили.

2.2.1.3. Напруження при розтягу (стиску)



Поздовжня сила N є рівнодієюю внутрішніх сил, розподілених по площі поперечного перерізу.

$$N = \int_F \sigma dF - \text{інтегральне рівняння}$$

рівноваги при розтягу(стиску).

Як показує дослід поперечні перерізи стержня, плоскі до навантаження, залишаються плоскими після навантаження (гіпотеза плоских перерізів Бернуллі). Звідси нормальні напруження σ розподіляються на площі поперечного перерізу рівномірно, тобто в межах перерізу $\sigma = \text{const}$.

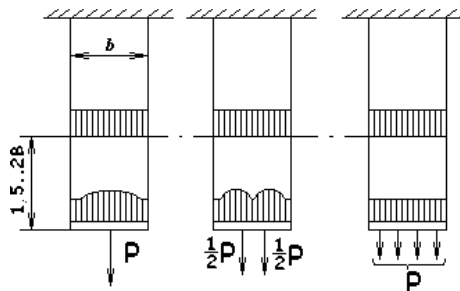
$$N = \sigma \int_F dF = \sigma F. \quad \text{Звідси} \quad \boxed{\sigma = \frac{N}{F}}. \quad (2.1)$$

Одиниці вимірювань $\frac{H}{m^2} (Па); \frac{\kappa H}{m^2} (\kappa Па); \frac{MH}{m^2} (МПа)$.

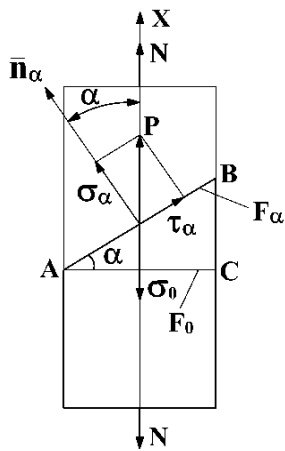
Розтягувальні нормальні напруження – додатні, а стискувальні – від’ємні.

Слід зауважити, що напруження розподіляються рівномірно в перерізах, досить віддалених від місць прикладання навантаження.

Принцип Сен-Венана: якщо тіло навантажується еквівалентними системами сил, то в поперечних перерізах, досить віддалених від місць прикладання сил, напруження мало залежить від способу навантаження.



2.2.1.4. Визначення напружень на нахилених площадках



Розглянемо стержень, який розтягується поздовжніми силами N . В поперечних перерізах стержня діють нормальні напруження σ_0 . Визначимо напруження на площадці AB , нормаль n_α до якої складає кут α з віссю стержня. На площадці AB діють повні напруження p . Запишемо рівняння рівноваги елемента ABC .

$$\sum X = 0, \quad p \cdot F_\alpha = \sigma_0 \cdot F_0. \quad \text{Звідси} \quad p = \sigma_0 \frac{F_0}{F_\alpha} = \sigma_0 \cos \alpha.$$

Складові повного напруження:

$$\sigma_\alpha = p \cos \alpha = \sigma_0 \cos^2 \alpha;$$

$$\tau_\alpha = p \sin \alpha = \sigma_0 \sin \alpha \cos \alpha = \frac{\sigma_0}{2} \sin 2\alpha.$$

$$\sigma_\alpha = \sigma_0 \cos^2 \alpha;$$

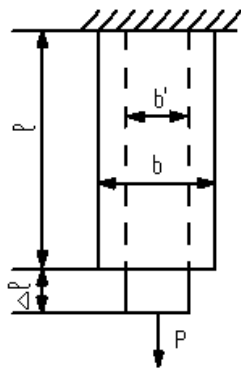
$$\tau_\alpha = \frac{\sigma_0}{2} \sin 2\alpha.$$

$$\sigma_{\max} = \sigma_0 \text{ при } \alpha = 0; \sigma_\alpha = 0 \text{ при } \alpha = 90^\circ;$$

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_0}{2} \text{ при } \alpha = 45^\circ; \tau_\alpha = 0 \text{ при } \alpha = 0, \alpha = 90^\circ.$$

На площадках, паралельних осі стержня, напруження відсутні.

2.2.1.5. Деформації при розтягу (стиску)



Δl - абсолютне видовження (укорочення) стержня;

$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ - відносне видовження (відносна поздовжня деформація);

$\varepsilon' = \frac{b' - b}{b} = \frac{\Delta b}{b}$ -- відносне звуження (відносна поперечна деформація);

$$\mu = \left| \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \right| \text{ - коефіцієнт Пуассона. Звідси } \varepsilon' = -\mu \varepsilon.$$

Для різних матеріалів $\mu = 0 \dots 0,5$. Для сталей $\mu \approx 0,3$.

2.2.1.6. Закон Гука

При розтягу(стиску) відносна лінійна деформація ε пропорційна напруженню σ .

$$\boxed{\sigma = E\varepsilon} \quad (2.2)$$

Коефіцієнт пропорційності E - модуль пружності 1-го роду (модуль Юнга).

Сталь - $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$;

Мідь - $E = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$;

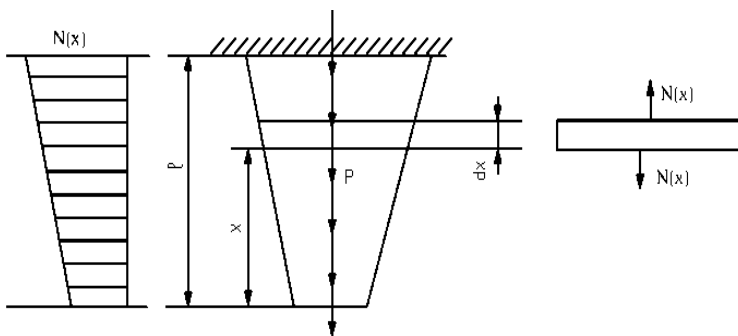
Алюміній - $E = 0,7 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

Підставимо $\sigma = \frac{N}{F}$, $\varepsilon = \frac{\Delta\ell}{\ell}$ в формулу (2), отримаємо

$$\boxed{\Delta\ell = \frac{N\ell}{EF}} \quad (2.3)$$

Ця формула називається законом Гука для абсолютних деформацій. Вона справедлива для стержня або ділянок стержня, у яких $N = \text{const}$ і $F = \text{const}$.

EF – жорсткість поперечного перерізу. $\frac{EF}{\ell}$ – жорсткість стержня. Розглянемо випадок, коли площа поперечного перерізу і поздовжня сила змінюються по довжині стержня.



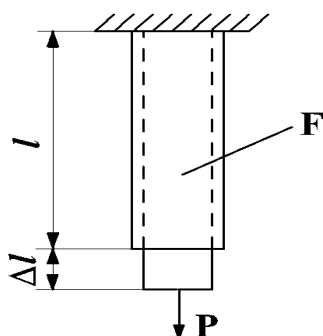
Якщо $N(x)$ і $F(x)$, видовження елемента стержня довжиною dx

$$\Delta(dx) = \frac{N(x)dx}{EF(x)}.$$

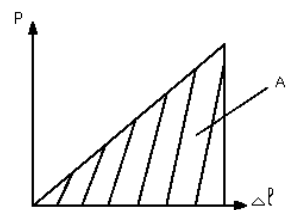
Тоді

$$\boxed{\Delta\ell = \int_e \frac{N(x)dx}{EF(x)}}$$

2.2.1.7. Потенціальна енергія деформації



Потенціальна енергія деформації – це енергія, накопичена в тілі під час його пружного деформування – U . A – робота зовнішніх сил.



$$A = U, U = \frac{P\Delta\ell}{2} \Rightarrow A = \frac{1}{2}P\Delta\ell.$$

Величина потенціальної енергії, віднесена до одиниці об'єму стержня, називається питомою потенціальною енергією деформації – u

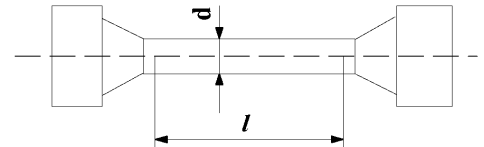
$$u = \frac{U}{V} = \frac{P\Delta\ell}{2F\ell} = \frac{\sigma\varepsilon}{2}; \quad \boxed{u = \frac{\sigma\varepsilon}{2}}.$$

2.2.1.8. Діаграма розтягу. Механічні характеристики матеріалу

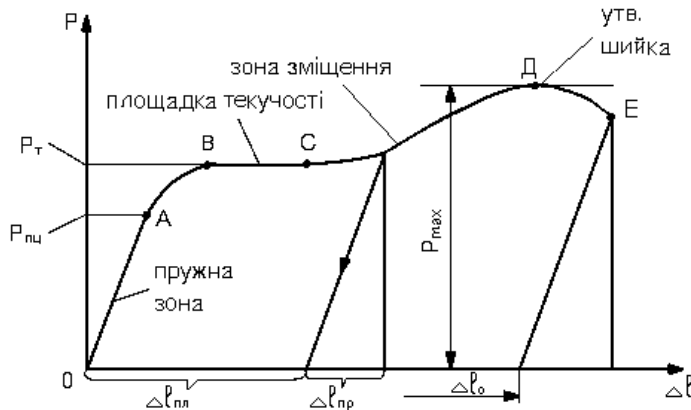
Для визначення механічних властивостей матеріалу його випробовують на спеціальних машинах. Найбільш поширене випробовування на розтяг на розривних машинах. Для цього з матеріалу виготовляють зразки. Зразки стандартні.

Довгий зразок: $\ell = 10d$; $\ell = 11,3\sqrt{F}$;

короткий зразок: $\ell = 5d$; $\ell = 5,66\sqrt{F}$.



Графік залежності між розтягувальною силою P і видовженням зразка $\Delta\ell$ називається *діаграмою розтягу*.



Вигляд цієї діаграми залежить не тільки від властивостей матеріалу, а й від розмірів випробуваного зразка. Тому початкову діаграму розтягу перебудовують у координатах $\sigma - \varepsilon$

Характерні ділянки діаграм:

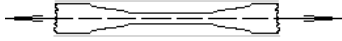
OA – пружна ділянка: деформація повністю зникає після розвантаження, існує пропорційна залежність між напруженням і деформацією, тобто справедливий закон Гука;

AB – перехідна ділянка: поряд з пружною виникає пластична (залишкова) деформація;

BC – площадка текучості: матеріал пластично деформується при постійному навантаженні;

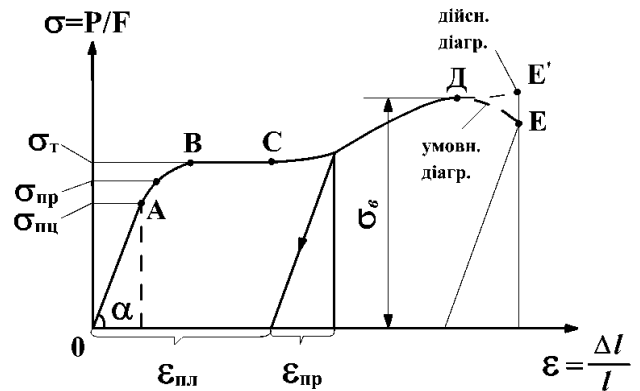
CD – ділянка зміцнення: опір матеріалу зростає;

D – локалізація пластичної деформації і утворення на зразку шийки;



DE – ділянка знеміцнення : DE - умовна діаграма (без врахування зменшення площі поперечного перерізу);. DE' – “дійсна” діаграма (з врахуванням зменшення площі поперечного перерізу);

E – руйнування зразка.



Розвантаження з будь-якої точки діаграми відбувається по прямій, паралельній OA . Після розвантаження $\Delta \ell_{пр} (\epsilon_{пр})$ зникає, а залишається $\Delta \ell_{пл} (\epsilon_{пл})$ (залишкова деформація).

а) Характеристики міцності матеріалу

Границя пропорційності $\sigma_{пц}$ – найбільше напруження, до якого зберігається

лінійна залежність між напруженнями і деформаціями; $\sigma_{пц} = \frac{P_{пц}}{F}$.

Границя текучості σ_T – напруження, при якому зразок деформується при постійній розтягувальній силі (напруження, що відповідає площадці текучості); $\sigma_T = \frac{P_T}{F}$.

Границя міцності σ_B (тимчасовий опір) – напруження, що відповідає максимальній силі P (найбільше умовне напруження, яке може витримати зразок); $\sigma_B = \frac{P_{max}}{F}$.

б) Характеристики пружності матеріалу

Модуль пружності E – відношення напруження до відносної деформації на пружній ділянці OA ; $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \operatorname{tg} \alpha$.

Коефіцієнт Пуассона μ – відношення відносної поперечної деформації до поздовжньої на пружній ділянці; $\mu = \left| \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \right|$.

в) Характеристики пластичності матеріалу

Відносне залишкове видовження δ після розриву – відношення в процентах приросту довжини зразка після розриву до його початкової довжини:

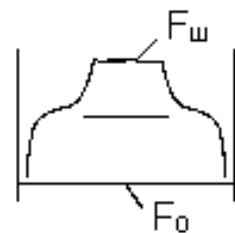
$$\delta = \frac{\Delta \ell_0}{\ell} \cdot 100\% .$$

Відносне залишкове звуження після розриву ψ – відношення в процентах абсолютного зменшення площі поперечного перерізу в шийці до початкової площі.

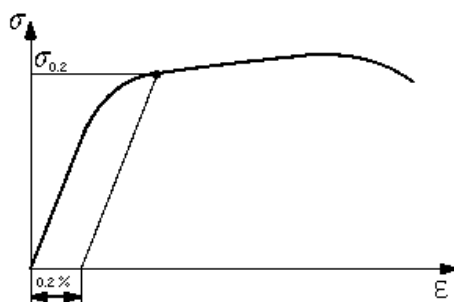
$$\Psi = \frac{F_0 - F_{ш}}{F_0} \cdot 100\% ,$$

F_0 – початкова площа

$F_{ш}$ – площа в шийці.



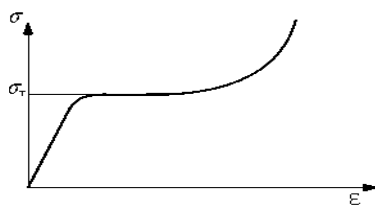
Для конструкційних сталей $\delta = 8...20\%$; $\psi \leq 60\%$.



Матеріали, для яких $\delta < 5\%$, вважають крихкими, а для яких $\delta > 5\%$ – пластичними.

Пластичні матеріали руйнуються після великих пластичних деформацій. У крихких пластичні деформації при руйнуванні незначно перевищують пружні деформації.

Для матеріалів, діаграма яких на має площадки текучості визначають умовну границю текучості $\sigma_{0,2}$, як напруження, що відповідає залишковій деформації $\varepsilon = 0,2\%$

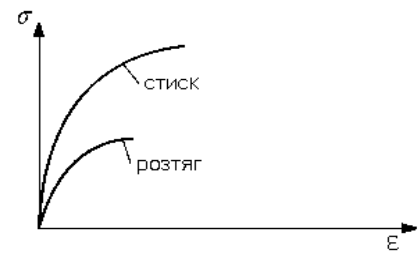


Діаграма стиску
пластичного матеріалу

г) Діаграма стиску



Зразки для випробувань



Діаграми сірого чавуну

Зразок із пластичних матеріалів розплющується, і умовні напруження безперервно ростуть, тому границю міцності визначити не можна. Для пластичних матеріалів границі текучості при розтягу і стиску однакові, $\sigma_T^P = \sigma_T^C$.

Для крихких матеріалів σ_T не визначається. Так, діаграми розтягу і стиску сірого чавуна криволінійні з самого початку, а скла – прямолінійні до руйнування. Границі міцності при стиску значно більші, чим при розтягу, $\sigma_B^C > \sigma_B^P$.

2.2.1.9. Вплив різних факторів на механічні властивості матеріалів

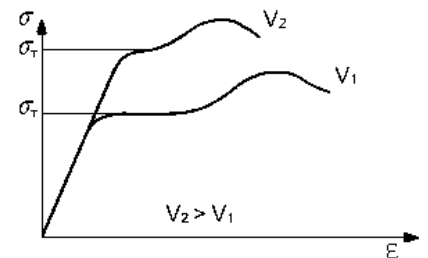
Фактори, що впливають на механічні властивості матеріалів:

хімічний склад, технологія одержання, термічна і механічна обробки, умови експлуатації, температура, середовище, характер навантаження.

Вплив технологічних факторів. Властивості залежать від способу виготовлення конструкції: прокаткою, куванням, штампуванням, волочінням, литтям.

Прокатка, волочіння забезпечує високу міцність. Невелика міцність -- після лиття (неоднорідність, пустоти)

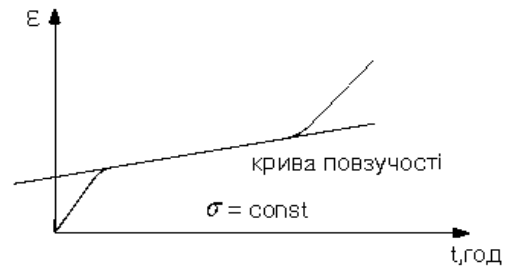
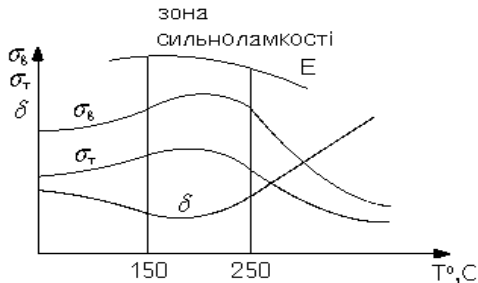
Вплив термічної обробки. Загартування – підвищує твердість, границю міцності і текучості, зменшує пластичність. Відпуск – знижує σ_T, σ_s ; підвищує δ, ψ .



Вплив швидкості навантаження. Із збільшенням швидкості збільшується σ_T, σ_s , зменшується δ ; E – практично не змінюється.

Вплив температури.

Високі температури. З підвищенням температури характеристики міцності і модуль пружності зменшуються, а пластичність зростає.

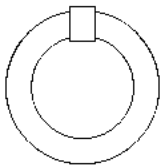


У деяких вуглецевих сталях спостерігається явище *синьоламкості*, яке полягає в збільшенні міцності і падінні пластичності в певному діапазоні температур.

При високих T спостерігається явище *повзучості*, яке полягає в зростанні пластичної деформації в часі при постійному напруженні,

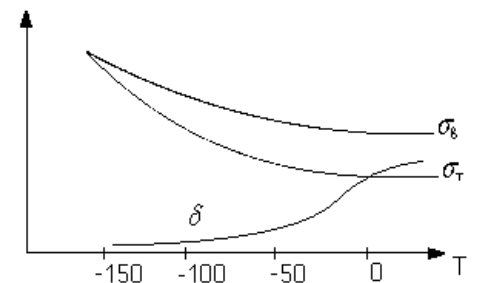


а також *релаксація* напружень, яка полягає в зменшенні напружень з часом в навантаженій деталі при незмінній повній деформації.



Після певного часу витримки при високих температурах пластинка легко виймається з розрізу кільця. Релаксацією напружень пояснюється зменшення затяжки болтів при високих температурах.

Низькі температури. З пониженням температури σ_b, σ_T, E зростають практично у всіх матеріалів. Пластичність падає у матеріалів з об'ємноцентрованими та гексагональними кристалічними ґратами (вуглецеві сталі, цинкові сплави). Ці матеріали називаються холодноламкими.



Пластичність не змінюється і навіть підвищується в матеріалів з гранецентрованими кристалічними ґратами (алюмінієві, мідні, нікелеві сплави, нержавіючі сталі).

2.2.1.10. Розрахунок на міцність при розтягу (стиску)

2.2.1.10.1. Допустимі напруження

Небезпечні (граничні) напруження – σ^0 ;

для пластичних матеріалів – $\sigma^0 = \sigma_T$;

для крихких матеріалів – $\sigma^0 = \sigma_\sigma$.

Допустиме напруження $[\sigma] = \frac{\sigma^0}{n}$,

де n – коефіцієнт запасу міцності.

Коефіцієнт запасу міцності показує, в скільки разів допустиме напруження менше небезпечного.

На вибір n впливають наступні фактори:

- 1) стан матеріалу (пластичний, крихкий, неоднорідний і т.д.);
- 2) вид навантаження (статичне, динамічне);
- 3) неточність визначення зовнішнього навантаження;
- 4) наближення розрахункових схем і розрахункових формул;
- 5) відповідальність конструкції (які наслідки після руйнування).

Для пластичних матеріалів

$$\boxed{[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n_T}}. \text{ Коефіцієнт запасу відносно границі текучості } n_T = 1,4 \dots 1,6 \text{ (в}$$

машинобудуванні $n_T = 1,5$).

У деяких випадках допустиме напруження обчислюють за формулою

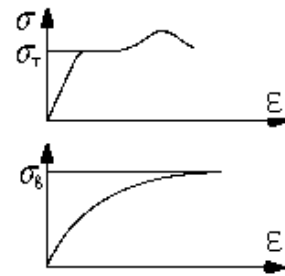
$$\boxed{[\sigma] = \frac{\sigma_\sigma}{n_\sigma}}. \text{ Коефіцієнт запасу відносно границі міцності } n_\sigma = 2,4 \dots 2,6 \text{ (в}$$

машинобудуванні $n_\sigma = 2,4$; в енергомашинобудуванні – $n_\sigma = 2,6$)

У деяких галузевих нормативних документах рекомендується розраховувати $[\sigma]$ за двома формулами і брати менше значення.

Для крихких матеріалів

$$\boxed{[\sigma] = \frac{\sigma_\sigma}{n_\sigma}}; \quad n_\sigma = 2,5 \dots 3,0.$$



Для пластичних матеріалів допустимі напруження на розтяг і стиск однакові, $[\sigma_p] = [\sigma_c]$

Для крихких матеріалів $[\sigma_c] > [\sigma_p]$.

2.2.1.10.2. Умови міцності і жорсткості

Умови міцності:

$$|\sigma_{\max}| = \frac{|N_{\max}|}{F} \leq [\sigma]; N_{\max} \leq F[\sigma] \text{ або } [N] = F[\sigma]. - \text{перевірний розрахунок.}$$

$$F \geq \frac{|N_{\max}|}{[\sigma]} - \text{проектувальний розрахунок.}$$

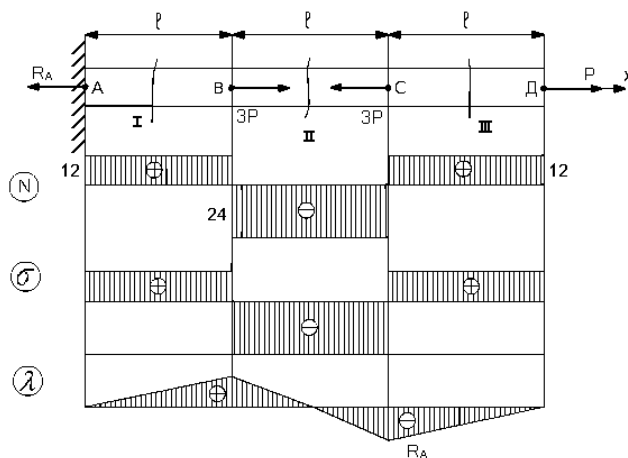
Умова жорсткості:

$$\Delta \ell = \sum \frac{N \ell}{EF} \leq [\Delta \ell], \Delta \ell - \text{допустима величина зміни розмірів.}$$

Розрахунок на жорсткість завжди доповнюється розрахунком на міцність.

2.2.1.11. Приклади розрахунків на міцність і жорсткість при розтягу (стиску)

Задача №1.



Дано: $P = 12 \text{ кН}$,

Матеріал Сталь Ст3,

$\ell = 20 \text{ см}$,

$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$,

$[\sigma] = 160 \text{ МПа}$.

Визначити: діаметр

стержня. Побудувати епюри N, σ і переміщень λ .

1) Знаходимо реакцію R_A $\sum X = 0; \Rightarrow R_A = 12 \text{ кН}$.

2) Розбиваємо стержень на ділянки і знаходимо N .

$$N_I = R_A = 12 \text{ кН}$$

$$N_{II} = R_A - 3P = -24 \text{ кН}$$

$$N_{III} = P = 12 \text{ кН}$$

3) Визначаємо діаметр стержня.

Для II-ї ділянки $N_{II}=N_{\max}$. Умова міцності стержня $\sigma_{II} = \frac{N_{II}}{F} \leq [\sigma]$;

$$F \geq \frac{N_{II}}{[\sigma]} = \frac{24 \cdot 10^3 \text{ Н}}{160 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 1,5 \text{ см}^2; \quad d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,5}{\pi}} = 1,38 \text{ см}.$$

Приймаємо $d = 14 \text{ см}$; $F = 1,54 \text{ см}^2$.

4) Визначимо напруження і побудуємо епюру σ .

$$\sigma_I = \frac{N_I}{F} = \frac{12 \cdot 10^3}{1,54 \cdot 10^{-4}} = 78 \cdot 10^6 \text{ Па}; \quad \sigma_{II} = \frac{N_{II}}{F} = \frac{-24 \cdot 10^3}{1,54 \cdot 10^{-4}} = -156 \cdot 10^6 \text{ Па} = -156 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{III} = \frac{N_{III}}{F} = \frac{12 \cdot 10^3}{1,54 \cdot 10^{-4}} = 78 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

5) Побудуємо епюру переміщень перерізів стержня λ .

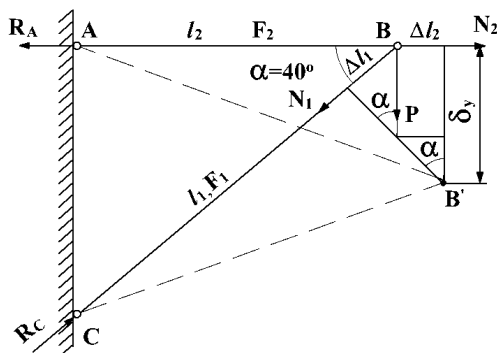
Будемо рахувати(умовно), що переріз А нерухомий, тоді $\lambda_A = 0$.

$$\lambda_B = \Delta \ell_{AB} = \frac{N_I \ell}{EF} = \frac{12 \cdot 10^3 \cdot 0,2}{2 \cdot 10^{11} \cdot 1,54 \cdot 10^{-4}} = 7,8 \cdot 10^{-5} \text{ м} = 0,078 \text{ мм}$$

$$\lambda_C = \Delta \ell_{AB} + \Delta \ell_{BC} = \Delta \ell_{AB} + \frac{N_{II} \ell}{EF} = 7,8 \cdot 10^{-5} - \frac{24 \cdot 10^3 \cdot 0,2}{2 \cdot 10^{11} \cdot 1,54 \cdot 10^{-4}} = 7,8 \cdot 10^{-5} - 15,6 \cdot 10^{-5} = -7,8 \cdot 10^{-5} = -0,078 \text{ мм}$$

$$\lambda_D = \Delta \ell_{AB} + \Delta \ell_{BC} + \Delta \ell_{CD} = \Delta \ell_{AB} + \Delta \ell_{BC} + \frac{N_{III} \ell}{EF} = 7,8 \cdot 10^{-5} - 15,6 \cdot 10^{-5} + 7,8 \cdot 10^{-5} = 0.$$

Задача №2



Дано: $\ell_2 = 1,5 \text{ м}$,

$\alpha = 45^\circ$,

$P = 40 \text{ кН}$,

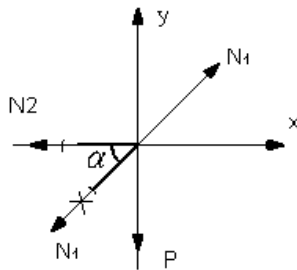
Матеріал: Сталь ст.3,

$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$.

Визначити: розміри поперечних перерізів стержнів F_1, F_2 ; вертикальне переміщення т. В — δ_y

Стержні, з'єднані шарнірами, працюють на розтяг, стиск. Визначимо зусилля N_1, N_2 .

Розглянемо рівновагу вузла B (або всієї конструкції)



$$\sum X = -N_2 - N_1 \cos \alpha = 0;$$

$$\sum Y = -P - N_1 \sin \alpha = 0.$$

$$N_1 = -\frac{P}{\sin \alpha} = -\frac{40}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = -56,6 \text{ кН};$$

$$N_2 = -N_1 \cos \alpha = 56,6 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 40 \text{ кН}.$$

Стержень 1 – стиснутий; 2 – розтягнутий.

Визначимо F_1, F_2 .

Умова міцності

$$\sigma_1 = \frac{|N_1|}{F_1} \leq [\sigma]; \quad F_1 \geq \frac{|N_1|}{[\sigma]} = \frac{56,6 \cdot 10^3}{160 \cdot 10^6} = 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 3,5 \text{ см}^2;$$

$$\sigma_2 = \frac{|N_2|}{F_2} \leq [\sigma]; \quad F_2 \geq \frac{|N_2|}{[\sigma]} = \frac{40 \cdot 10^3}{160 \cdot 10^6} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 2,5 \text{ см}^2.$$

Визначимо поздовжню деформацію стержнів

$$\Delta \ell_1 = \frac{N_1 \ell_1}{EF} = \frac{-56,6 \cdot 10^3 \cdot 1,5 \cdot \sqrt{2}}{2 \cdot 10^{11} \cdot 3,5 \cdot 10^{-4}} = -0,172 \cdot 10^{-2} \text{ м} = -0,172 \text{ см};$$

$$\Delta \ell_2 = \frac{N_2 \ell_2}{EF} = \frac{40 \cdot 10^3 \cdot 1,5}{2 \cdot 10^{11} \cdot 2,5 \cdot 10^{-4}} = 0,120 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 0,120 \text{ см}.$$

Визначимо переміщення т. B .

Геометричний спосіб:

$$\delta_y = \frac{\Delta \ell_1}{\sin \alpha} + \frac{\Delta \ell_2}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{0,172}{\frac{\sqrt{2}}{2}} + \Delta \ell_2 = 0,212 + 0,120 = 0,332 \text{ см}.$$

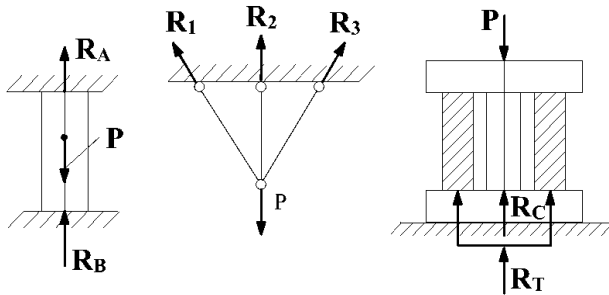
Енергетичний спосіб визначення переміщень в напрямку дії сили.

Потенціальна енергія деформації стержнів дорівнює роботі зовнішньої сили:

$$\frac{1}{2} N_1 \Delta \ell_1 + \frac{1}{2} N_2 \Delta \ell_2 = \frac{1}{2} P \delta x;$$

$$\delta_y = \frac{N_1 \Delta \ell_1 + N_2 \Delta \ell_2}{P} = 0,363 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 0,363 \text{ см}.$$

2.2.1.12. Статично невизначні стержневі системи



Статично невизначними називають такі конструкції, в яких зусилля неможливо визначити тільки за допомогою рівнянь статичної рівноваги.

Ці конструкції мають зайві з точки зору рівноваги і геометричної незмінності конструкції зв'язки, в яких діють “зайві” невідомі зусилля.

Число невідомих зусиль більше числа рівнянь статичної рівноваги, які можна записати для конструкції. Різниця між ними визначає ступінь статичної невизначеності системи.

Порядок розв'язання статично невизначених задач.

1. Розглядаємо систему в деформованому стані. Напрямок реакцій узгоджуємо з напрямком деформацій стержнів. Цей етап не завжди є необхідним.

2. Складаємо рівняння рівноваги системи.

3. Записуємо геометричні рівняння, які встановлюють зв'язок між деформаціями або переміщеннями окремих елементів системи (рівняння сумісності деформацій).

4. Записуємо фізичні рівняння.

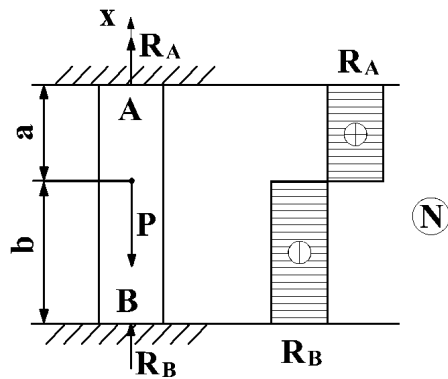
Використовуючи закон Гука, виражаємо деформації або переміщення через зусилля.

5. Синтез.

Розв'язуємо систему рівнянь (статичні, геометричні, фізичні) і знаходимо зусилля.

2.2.1.12.1. Розрахунок статично невизначних систем

Задача №1.



Визначити напруження в стержні.

Розв'язання.

$$1) \sum X = 0: R_A + R_B - P = 0; \quad (1)$$

$$2) \Delta \ell = \Delta \ell_a + \Delta \ell_b = 0; \quad (2)$$

$$3) \Delta \ell_a = \frac{N_a \cdot a}{EF} = \frac{R_A \cdot a}{EF};$$

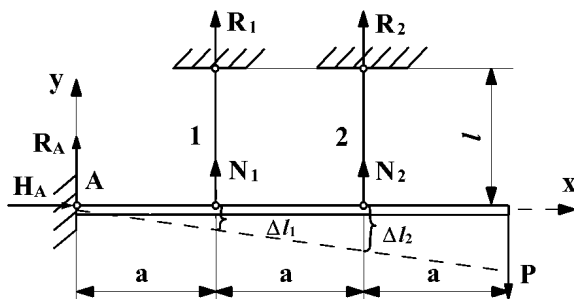
$$\Delta \ell_b = \frac{N_b \cdot b}{EF} = \frac{-R_b \cdot b}{EF}; \quad (3)$$

$$4) (3) \rightarrow (2) \quad R_A \cdot a = R_b \cdot b; \quad (4)$$

Розв'язуючи (4) і (1), маємо

$$R_A = \frac{Pb}{a+b}; \quad R_B = \frac{Pa}{a+b}; \quad \sigma_A = \frac{N_A}{F} = \frac{R_A}{F}; \quad \sigma_B = \frac{N_B}{F} = -\frac{R_B}{F}.$$

Задача №2.



Дано: $\ell_1 = \ell_2 = \ell$; $F_1 = F_2 = F$; P .

Визначити напруження в стержнях.

Розв'язання

Система містить 4 невідомих реакції.

Кількість рівнянь рівноваги – 3.

Система 1 раз статично невизначна.

Зображаємо систему в деформованому стані. Реакції опор направляємо в сторону, протилежну деформаціям стержнів.

1) З 3-х рівнянь рівноваги записуємо одно, яке не містить непотрібні нам для розв'язання задачі невідомі N_A і R_A ,

$$\sum M(A) = 0; \quad N_1 \cdot a + N_2 \cdot 2a - P \cdot 3a = 0. \quad (1)$$

$$2) \frac{|\Delta \ell_2|}{|\Delta \ell_1|} = \frac{2a}{a}; \quad |\Delta \ell_2| = 2|\Delta \ell_1|. \quad (2)$$

$$3) \Delta \ell_1 = \frac{N_1 \ell}{EF}; \quad \Delta \ell_2 = \frac{N_2 \ell}{EF}. \quad (3)$$

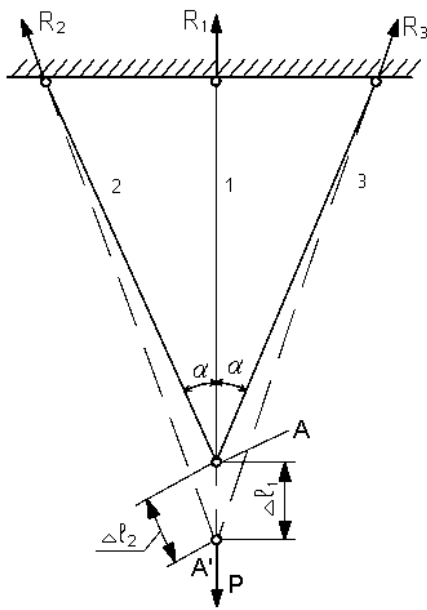
$$4) (3) \rightarrow (2) \quad N_2 = 2N_1 \quad (4)$$

$$(4) \rightarrow (1) \quad 5N_1 a = P \cdot 3a; \quad N_1 = \frac{3}{5} P; \quad N_2 = \frac{6}{5} P.$$

$$\sigma_{(1)} = \frac{N_1}{F} = \frac{3}{5} \frac{P}{F}; \quad \sigma_{(2)} = \frac{N_2}{F} = \frac{6}{5} \frac{P}{F}.$$

Задача №3

Дано: $\ell_1, \ell_2, \ell_3, \alpha, P$

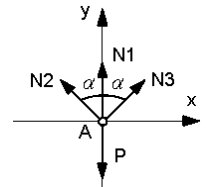


1) Визначити напруження в стержнях $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$.

$$\sum X = -N_2 \sin \alpha + N_3 \sin \alpha = 0; \quad N_2 = N_3$$

;

$$\sum Y = N_1 + 2N_2 \cos \alpha - P = 0; \quad (1)$$



$$2) \Delta \ell_2 = \Delta \ell_1 \cos \alpha; \quad (2)$$

$$3) \Delta \ell_1 = \frac{N_1 \cdot \ell_1}{EF}; \quad \Delta \ell_2 = \frac{N_2 \cdot \ell_2}{EF}. \quad (3)$$

$$4) (3) \rightarrow (2) \quad N_2 \ell_2 = N_1 \ell_1 \cos \alpha; \quad (4)$$

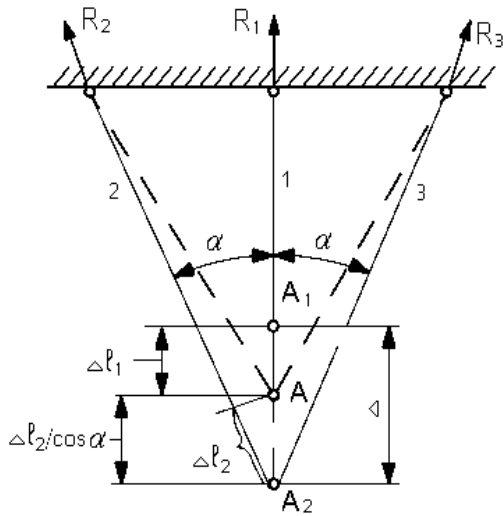
$$N_2 = \frac{\ell_1}{\ell_2} N_1 \cos \alpha; \quad \frac{\ell_1}{\ell_2} = \cos \alpha; \quad N_2 = N_1 \cos^2 \alpha; \quad (5)$$

$$(5) \rightarrow (1) \quad N_1 + 2N_1 \cos^3 \alpha - P = 0. \quad \text{Звідси} \quad N_1 = \frac{P}{1 + 2 \cos^3 \alpha}; \quad N_2 = \frac{P \cos^2 \alpha}{1 + 2 \cos^3 \alpha}.$$

2.2.1.12.2. Розрахунок статично невизначених конструкцій з врахуванням монтажних напружень

Під час монтажу статично невизначених конструкцій через неточність розмірів елементів в них можуть виникати початкові напруження, які називають *монтажними*. Монтажні напруження, складаючись з робочими від зовнішнього навантаження, можуть суттєво вплинути на міцність конструкції.

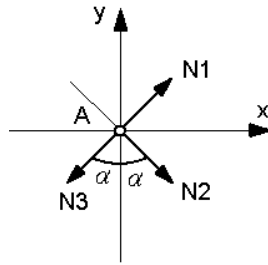
Приклад № 4

Дано: $\ell_1, \ell_2, \ell_3,$

$$F_1 = F_2 = F_3 = F$$

 Δ – монтажний зазорВизначити: N_1, N_2, N_3

$$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$$



$$1) \sum X = 0; N_2 = N_3; \\ \sum Y = N_1 - 2N_2 \cos \alpha = 0. \quad (1)$$

$$2) |\ell_1| + \frac{\Delta \ell_2}{\cos \alpha} = \Delta; \quad (2)$$

$$3) \Delta \ell_1 = \frac{N_1 \cdot \ell_1}{EF}; \Delta \ell_2 = \frac{N_2 \cdot \ell_2}{EF} \quad (3)$$

$$4) (3) \rightarrow (2) \frac{N_1 \cdot \ell_1}{EF} + \frac{N_2 \cdot \ell_2}{EF \cos \alpha} = \Delta; \quad (4)$$

$$N_1 \ell_1 \cos \alpha + N_2 \ell_2 = \Delta EF \cos \alpha;$$

$$(1) \rightarrow (5) \quad 2N_2 \ell_1 \cos^2 \alpha + N_2 \ell_2 = \Delta EF \cos \alpha;$$

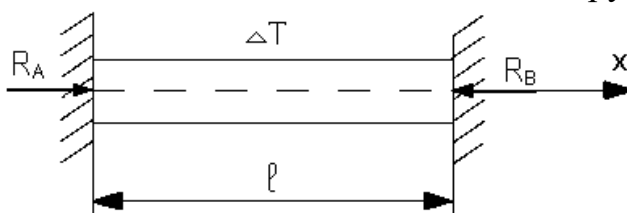
$$N_2 = \frac{EF \Delta \cos \alpha}{\ell_2 + 2\ell_1 \cos^2 \alpha}; \quad N_1 = \frac{2EF \Delta \cos^2 \alpha}{\ell_2 + 2\ell_1 \cos^2 \alpha};$$

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{F}; \quad \sigma_2 = \sigma_3 = \frac{N_2}{F}.$$

2.2.1.12.3. Розрахунок статично невизначних конструкцій з врахуванням температурних напружень

Під час зміни температури в статично невизначних конструкціях можуть виникати температурні напруження, які можуть суттєво вплинути на міцність конструкції.

Задача № 5. Визначити напруження в стержні при підвищенні температури на ΔT

температури на ΔT

$$1) \sum X = R_A - R_B = 0; \quad R_A = R_B = R; \quad (1)$$

$$2) \Delta \ell = \Delta \ell_R + \Delta \ell_T = 0; \quad (2)$$

$$3) \Delta \ell_R = \frac{-R\ell}{EF}; \quad \Delta \ell_T = \alpha \cdot \ell \Delta T. \quad (3)$$

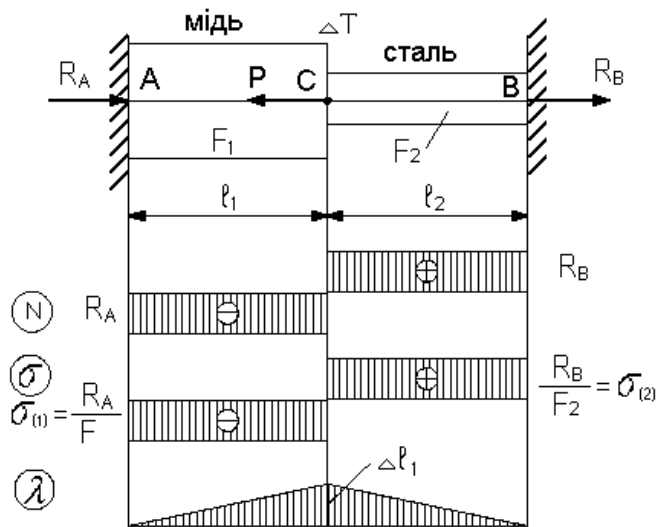
$$4) (3) \rightarrow (2) \quad \frac{-R\ell}{EF} + \alpha \ell \Delta T = 0; \quad R = \alpha EF \Delta T; \quad \sigma = \frac{N}{F}; \quad N = -R; \quad \sigma = \frac{-R}{F} = -\alpha E \Delta T$$

З пониженням температури виникають розтягувальні напруження.

Задача №6. Температурно-силова задача

Два варіанта розв'язання задачі

1-ий варіант: Розв'язується сумісно силова та температурна задача.



$$1) \sum X = 0; \quad R_A + R_B - P = 0; \quad (1)$$

$$2) \Delta \ell_1 + \Delta \ell_2 = 0; \quad (2)$$

$$3) \Delta \ell_1 = \Delta \ell_1^R + \Delta \ell_1^T = \frac{-R_A \ell_1}{E_M F_1} + \alpha_M \ell_1 \Delta T$$

$$\Delta \ell_2 = \Delta \ell_2^R + \Delta \ell_2^T = \frac{R_B \ell_2}{E_C F_2} + \alpha_C \ell_2 \Delta T \quad (3)$$

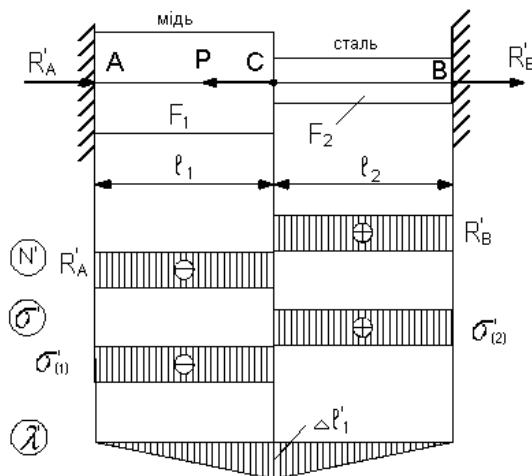
$$(3) \rightarrow (2)$$

$$\frac{-R_A \ell_1}{E_M F_1} + \frac{R_B \ell_2}{E_C F_2} + (\alpha_M \ell_1 + \alpha_C \ell_2) \Delta T = 0$$

Розв'язуючи (1) та (4) знайдемо R_A, R_B . $N_1 = -R_A$; $N_2 = R_B$ - будуємо епюру

$$\sigma_{(1)} = \frac{N_1}{F_1} = \frac{-R_A}{F_1}; \quad \sigma_{(2)} = \frac{N_2}{F_2} = \frac{R_B}{F_2} - \text{будуємо епюру}$$

$$\lambda_A = a; \quad \lambda_C = \Delta \ell_1 - \text{обчислюємо за формулою (3)}$$



$$\lambda_B = \Delta \ell_1 + \Delta \ell_2 \quad \text{Перевіряємо } \lambda_B = 0$$

2-ий варіант: Розв'язуємо окремо силову і температурну задачу і складаємо результати

Силовa задача

$$1) \sum X = 0; \quad R'_A + R'_B - P = 0; \quad (1)$$

$$2) \Delta \ell'_1 + \Delta \ell'_2 = 0; \quad (2)$$

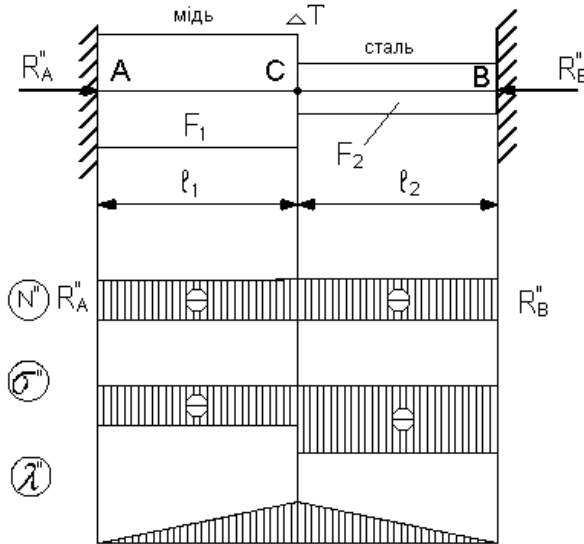
$$3) \Delta \ell_1 = \frac{-R'_A \ell_1}{E_M F_1}; \quad \Delta \ell_2 = \frac{R'_B \ell_2}{E_C F_2}. \quad (3)$$

Розв'язуючи рівняння (1) і (3) знайдемо R'_A, R'_B :

$$N'_1 = -R'_A; \quad N'_2 = R'_B;$$

$$\sigma'_{(1)} = \frac{-R'_A}{F_1}; \quad \sigma'_{(2)} = \frac{R'_B}{F_2};$$

$$\lambda'_A = a; \quad \lambda'_C = \Delta\ell'_1; \quad \lambda'_B = \Delta\ell'_1 + \Delta\ell'_2 = 0.$$



Температурна задача

$$1) \sum X = 0; \quad R''_A - R''_B = 0; \quad (1)$$

$$2) \Delta\ell''_1 + \Delta\ell''_2 = 0; \quad (2)$$

$$3) \Delta\ell''_1 = \Delta\ell''_{1R} + \Delta\ell''_{1T} = \frac{-R''_A \ell_1}{E_c F_1} + \alpha_c \ell_1 \Delta T;$$

$$\Delta\ell''_2 = \Delta\ell''_{2R} + \Delta\ell''_{2T} = \frac{-R''_B \ell_2}{E_c F_2} + \alpha_c \ell_2 \Delta T \quad (3)$$

Розв'яжемо систему (1)-(3).

Знайдемо $R''_A = R''_B$; $N'' = -R''_A$;

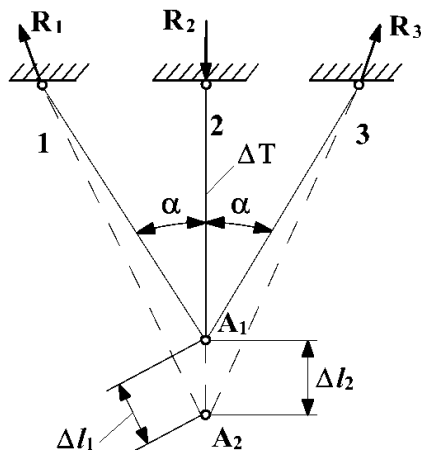
$$\sigma''_{(1)} = \frac{-R''_A}{F_1}; \quad \sigma''_{(2)} = \frac{-R''_A}{F_2}.$$

$$\lambda''_A = 0; \quad \lambda''_C = \Delta\ell''_1; \quad \lambda''_B = \Delta\ell''_1 + \Delta\ell''_2 = 0.$$

Підсумуємо результати і будуємо сумарні епюри

$$N = N' + N''; \quad \sigma = \sigma' + \sigma''; \quad \lambda = \lambda' + \lambda''.$$

Задача №7.



Дано: $\ell_1 = \ell_3$; $F_1 = F_3$; F_2 ;

ΔT

Визначити: $\sigma_{(1)}$; $\sigma_{(2)}$; $\sigma_{(3)}$

$$1) \sum X = 0; \quad R_1 \sin \alpha - R_3 \sin \alpha = 0; \quad R_1 = R_3; \quad (1)$$

$$\sum Y = 0; \quad R_1 \cos \alpha - R_2 + R_3 \cos \alpha = 0; \quad (2)$$

$$2) \Delta\ell_1 = \Delta\ell_2 \cos \alpha; \quad (3)$$

$$3) \Delta\ell_1 = \frac{R_1 \ell_1}{E F_1}; \quad \Delta\ell_2 = \Delta\ell_{2R} + \Delta\ell_{2T} = \frac{-R_2 \ell_2}{E F_2} + \alpha \ell_2 \Delta T; \quad (4)$$

$$4) (4) \rightarrow (3) \quad \frac{R_1 \ell_1}{EF_1} = \left(\frac{-R_2 \ell_2}{EF_2} + \alpha \ell_2 \Delta T \right) \cos \alpha. \quad (5)$$

Розв'язуючи (1), (2), (5), знаходимо $R_1 = R_3; R_2$.

$$\sigma_1 = \frac{R_1}{F_1}; \sigma_2 = \frac{-R_2}{F_2}; \sigma_3 = \frac{R_3}{F_3}.$$

2.4. Висновки до розділу 2

Проведений аналіз дає підстави для висновку про те, що дисципліна «Механіка суцільного середовища» на відповідних спеціальностях ВНЗ є мало досліджена, зміст достатньо інформативний, але в окремих випадках обсяг навчальної інформації не дає можливості одержати мінімально-базові знання та відповідні вміння.

Необхідним постає подальше удосконалення процесу навчання з огляду на врахування індивідуальних особливостей розвитку студентів, їхньої діяльності, формування знань та вмінь майбутніх фахівців, перетворення здобувачів освіти з об'єктів навчання у суб'єкти саморозвитку та активної пізнавальної діяльності, - чим підтверджується актуальність.

З огляду на проведені дослідження для визначення змісту навчального матеріалу з курсу «Механіка суцільного середовища» на прикладі навчального матеріалу доцільно ґрунтуватися на логічному підході до його розгляду з використанням наукових засобів відбору змісту освітнього матеріалу, задач та прикладів.

Ситуація з навчально-методичним забезпеченням на практиці вітчизняних ЗВО створення НМК та НК з фахово-наукових дисциплін відбувається кожним викладачем або авторськими колективами окремо, враховуючи вимоги державного стандарту, специфіку майбутнього фаху студентів та власний педагогічний досвід. Разом з тим слід констатувати, що НК з дисципліни «Механіка суцільного середовища» в системі професійної підготовки майбутніх учителів фізики і досі в Україні відсутній. Тому

актуальним є висвітлення теоретико-методичного підходу до створення навчально-методичного комплексу з дисципліни в умовах кредитно-модульної системи організації навчально-виховного процесу для магістрантів спеціальності фізика .

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ

« МЕХАНІКА СУЦІЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА »

3.1. Загальні принципи методики розробки НМК

Створення та наповнення навчально-методичних комплексів є досить тривалим і трудомістким процесом, при їх проектуванні та розробці повинні бути обов'язково враховані фундаментальні принципи педагогіки, дидактики, методики, психології, ергономіки, інформатики та інших наук. До них ми відносимо: багатофункціональність, цілеспрямованість, відтворюваність, адаптивність; інтерактивність та візуалізація навчальної інформації; системність та структурно-функціональна зв'язаність подання навчального матеріалу; відкритість; цілісність та неперервність дидактичного циклу навчання та ін. Розглянемо деякі з них.

Дотримання принципу багатофункціональності забезпечує виконання в різних режимах роботи наступних функцій: навчання, одержання довідкової інформації, діагностика, демонстрація, контроль, моніторинг, моделювання, методична і технічна підтримка тощо.

Цілеспрямованість передбачає гарантоване досягнення основних дидактичних цілей комплексу: високу активність студентів, самостійність в набутті знань, формування умінь, навичок узагальнення та систематизації навчального матеріалу, набуття досвіду творчої роботи під час вивчення досліджуваних об'єктів, явищ і процесів, формування особистісної рефлексії.

Принцип відтворюваності забезпечує можливість використання електронного навчально-методичного комплексу в будь-якому освітньому закладі при досить невеликих витратах тимчасових, матеріальних і людських ресурсів.

Адаптивність передбачає можливість акомодатії комплексу як до специфіки навчальної та робочої програм дисципліни, особистості педагога,

так і до вікових, психофізичних та інших індивідуальних особливостей категорій студентів.

Принцип системності та структурно-функціональної зв'язаності подання навчального матеріалу, передбачає врахування і використання основних закономірностей і організаційних форм навчання: інтегрована комп'ютерна система навчання, сформована з навчального матеріалу з базових дисциплін з використанням концепції «гіпертексту» з внутрішніми взаємними посиланнями, що дозволяють студентам переходити від однієї теми до інших, логічно пов'язаних з нею; тренінг знань як сукупність завдань, завдань та вправ для засвоєння навчального матеріалу на одному з декількох рівнів (рівні відтворення, рівні стандартного застосування, рівні творчого застосування); практичне навчання (семінари, лабораторні та практичні заняття); система тестування і контролю; завдання та методичні вказівки для виконання самостійної роботи, проекту, курсової або дипломної роботи.

Принцип відкритості навчально-методичного комплексу, дозволяє його використання від віку і рівня освітньої підготовки. Крім того, даний принцип передбачає зручність доброзичливість у спілкуванні користувачів із комплексом.

Принцип цілісності та неперервності дидактичного циклу навчання забезпечує оформлення єдиного дизайну інформаційно-освітнього середовища, в якому зібрані всі компоненти навчально-пізнавальної діяльності (об'єкти і процеси, способи взаємодії і мотивації, методи навчання, способи контролю і самоконтролю, програмні інструменти тощо). Передбачає чітке структурування навчального матеріалу, збереження неперервності та логічного поєднання внутрішніх зв'язків між досліджуваними об'єктами, явищами і процесами [40].

3.2. Методика вивчення дисципліни «Механіка суцільного середовища»

Вивчення дисципліни «Механіка суцільного середовища» зумовлено сучасним розвитком наукової галузі механіки деформівного твердого тіла. В сучасній науковій думці переважає розуміння МСС, як доволі прогресивно розвиваючої галузі науки. Розгляд вказаних питань є органічною складовою і зумовлює їх глибокий вплив на зміст як загальної, так і вищої освіти, формування належної фізико-математичної культури майбутніх фахівців. Проведений теоретичний аналіз дослідження свідчить, що проблема формування знань та вмінь з досліджуваної дисципліни у студентів ВНЗ існує.

Працюючи над теоретичним напрямком зіткнулися з низкою проблем:

- науково - освітні матеріали в області надпровідності, магнетизму та нанотехнологій не цілком систематизовані, не завжди доступні і не дуже часто піддаються експертизі фахівців;
- більшість електронних освітніх ресурсів не спеціалізовані для студентів;
- вчителі потребують підтримки ВНЗ і експертного співтовариства.

[2, 8, 9, 14, 19]

В окремих навчальних посібниках та підручниках для студентів ВНЗ з МСС, які містять розгляд питань з курсу [4-7, 10, 13, 15, 17, 20-28, 39], пропонується вивчати елементи МСС після вивчення найзагальніших уявлень з області опору матеріалів, термодинаміки, фізики твердого тіла.

Щодо курсу «Механіка суцільного середовища» у вищому навчальному закладі, то краще запропонувати побудування його, як двоетапний: на першому етапі - теоретичний, на другому - практичний. Недоліком такого підходу є те, що, другий етап включає експериментальну діяльність щодо вирішення питання реалізації освіти, за наявності спеціального обладнання, яких немає в лабораторіях вишу. Створити умови для спостереження явища пружності та деформування або умови близькі до них, імовірно при

використанні можливості фізичної лабораторії, змодельовати і провести експеримент в умовах фізичної лабораторії. Тому розробка курсу включає більш теоретичну змістовність.

При роботі над теоретичним напрямком, запропоновано кілька варіантів організації навчання:

- інваріативна модель навчання носить обов'язковий характер для студентів. Для цього було проведено аналіз нового стандарту з фізики та МСС і складено методичні рекомендації по можливості використання в рамках прийнятих програм базового і профільного навчання даних модулів.

- варіативна модель навчання ґрунтується на принципах вибору студентами освітнього маршруту і отримання знань через курси за вибором.

Теоретичною основою вивчення дисципліни є знайомство студентів зі фізичними ідеями, моделями і методами, використаних для пояснення поведінки матеріалів та НДС при різних навантаженнях і деформаціях. Це робить курс гранично наочним. Курс побудовано таким чином, що для його розуміння необхідні лише найзагальніші уявлення з області теоретичної механіки, термодинаміки, і механіки деформованого твердого тіла. У зв'язку з цим найбільш складні питання викладаються лише якісно. Основна увага в курсі приділена чисельним методам. В рамках курсу також розглядаються проблеми МСС і практичного використання загальних положень в науці і техніці.

Основну частину навчального матеріалу має складати побудова і різнорівневе дослідження фізичної сутності МСС. Застосування чисельних методів при розв'язанні задач МСС. Вказане значною мірою має забезпечувати формування у студентів необхідних умінь та теоретичного опису властивостей деформованих матеріалів, працювати з методами експериментального дослідження, розвивати свідоме ставлення до розв'язування задач за допомогою засобів сучасної інформаційної технології, розвивати рефлексію на свої дії, математично моделювати фізичні явища.

Аналіз різних методів побудови розв'язків задач доцільно здійснювати з опорою на аналіз властивостей об'єктів, відношень між ними. Це створює сприятливі умови для розвитку у студентів здатності оцінювати ефективність того чи іншого методу прийняття рішень в конкретних умовах, критичного ставлення до способів власної діяльності та методів прийняття своїх рішень [37].

З метою інтенсифікації навчального процесу, ефективного використання часу, відведеного для виконання практичних задач, орієнтації на зниження обсягу рутинної роботи в оволодінні необхідними різномісними вміннями доцільно добирати задачі так, щоб у рамках виконання окремої практичної роботи для певного варіанту перехід на вищий рівень вимагав розв'язування не нової, а модифікації раніше розв'язаної задачі нижчого рівня. Безперечно, така модифікація має передбачати послідовне підвищення вимог до рівня формування умінь та знань, що їм відповідають, та має бути погоджена з відповідним рівнем теоретичного матеріалу та рівнем навчальної діяльності студентів.

Аналіз слабких сторін традиційної лекційно-семінарської системи навчання у вітчизняних ВНЗ та досвіду роботи навчальних закладів розвинених країн Заходу [1], позитивні результати окремих сторін предметної системи навчання (оцінка результатів навчальної роботи студентів у вигляді так званих залікових одиниць, впровадження індивідуальних планів самостійної навчальної роботи студентів [29] зумовили пошук різних форм самостійної роботи студентів, принципово нових підходів до визначення не лише змісту, а й усієї системи організації навчального процесу ВНЗ; спонукають «до створення нової технології навчання, основне завдання якої не передавати інформацію, а зорганізувати повноцінний процес засвоєння необхідних знань, змістивши акценти з викладання на учіння», на створення для студентів «можливостей займати не просто активну, а й ініціативну позицію в навчальному процесі...» [5, 29с. 296]

Аналіз передового педагогічного досвіду та сучасних тенденцій удосконалення навчального процесу вищої школи, теоретичні дослідження, визначають модульну систему з використанням рейтингового контролю знань як доцільну та ефективну форму навчання у ВНЗ, яка і була нами обрана для формування знань та умінь.

3.3. Елементи модульної системи організації навчання дисципліни «Механіка суцільного середовища»

Виходячи зі запропонованого змісту навчального матеріалу з МСС на кафедрі фізико-технічних систем та інформатики вищого навчального закладу та враховуючи наведені у дослідженні особливості і методичні вимоги до впровадження модульної системи навчання, пропонуємо розбиття навчального матеріалу на модулі, наведене у табл. 3.2. (повна робоча програма представлена у додатку А).

Таблиця 3.1. - Примірний перелік модулів з дисципліни «Механіка суцільного середовища»

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	п	с.р		л	п	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль 1								
Тема 1. Вступ. Початкові положення Головні гіпотези	16	2	2	12	16	1	2	13
Тема 2. Основні поняття про напружений стан тіла в точці. Способи визначення напруженого стану. Закон парності дотичних напружень.	16	4	2	10	16	1		15
Тема 3. Поняття про об'ємний напружений стан. Об'ємна деформація. Зв'язок між напруженням та деформаціями. Загальний закон Гука.	18	4	4	10	18			18
Усього годин за модуль 1	50	10	8	32	50	2	2	46
Модуль 2								
Тема 4. Гіпотези міцності. Міцність при динамічних навантаженнях. Теорія Мора	20	4	4	34	20	1	2	17

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	п	с.р		л	п	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 5. Явище втомленості матеріалів Розрахунки на міцність при змінних напруженнях. Метод скінченних різниць. Метод скінченних елементів	20	4	6	4.	20	1	2	17
Усього годин за модуль 2	40	8	10	82	40	2	6	34
Усього годин	90	18	18	54	90	4	6	80

Вказане розбиття узгоджено з навчальними планами дисципліни: для спеціальності «Середня освіта. Фізика». Дисципліна обов'язкова, семестрове навантаження за розрахунком на 1 студента складало 18 годин лекцій, 18 години практичних робіт, розгляд питань завершується заліком.

Зазначимо, що теоретична частина кожного модуля відповідно до вимог містить завдання та контрольні питання для спеціальності «Середня освіта. Фізика». Рівень завдань зумовлено відповідними вимогами до умінь здобувачів освіти.

При цьому з боку організації навчальної діяльності практичні завдання носять репродуктивний характер, і вимагають наукового підходу до розв'язування: відповідного опрацювання навчального матеріалу не тільки з виконуваної теми, а й з попередніх та іноді наступних тем, споріднених тем інших розділів дисципліни; не тільки самостійної роботи з лекційним та обов'язковим теоретичним і практичним матеріалом, а й пошук шляхів розв'язування задач на основі відповідних відомостей з фундаментальних, монографічних досліджень, серйозних практичних і методичних розробок вітчизняних та зарубіжних учених.

Слід зазначити, що основні теоретичні відомості та джерела їх пошуку подавалися студентам у лекціях, які містили приклади текстів програм до кожної теми. Для одержання заліку, студенту необхідно відвідувати лекції, виконати всі практичні роботи навчальних модулів.

3.3.1. Коротка анотація навчального курсу

Курс «Механіка суцільного середовища» є основним у забезпеченні спеціалізації в галузі механіки суцільного середовища (МСС), зокрема теорії пружності, пластичності, в'язкопружності, в'язкопружності та міцності. Дає струнку систему загальних понять, теорем, варіаційних принципів, математичних моделей механіки, методів, розвиваючи та поглиблюючи відомості, одержані в курсі механіки суцільного середовища щодо опису різноманітних способів деформування саме твердих тіл. Забезпечує можливість вивчення всіх основних спецкурсів, пов'язаних із лінійними та нелінійними теоріями МДТТ у теоріях міцності та руйнування, діагностики і неруйнівних методів контролю, у біомеханіці, матеріалознавстві, геофізиці тощо.

Мета і завдання дисципліни. Мета - ознайомити студентів із сучасним понятійним апаратом механіки суцільного середовища, ізотропними та анізотропними властивостями твердих тіл та особливостями їхнього опису й вимірювання; навчити описувати симетрію періодичних об'єктів, проводити кристалографічні розрахунки, вміти описувати анізотропні властивості кристалів, установлювати зв'язок між характером кристалічної структури та типом хімічного зв'язку з нею; використовувати набуті знання та уміння у професійній діяльності.

Завдання: формулювання нових завдань, що виникають в ході наукових досліджень; розробка нових методів досліджень; вибір необхідних методів дослідження; освоєння нових методів наукових досліджень; освоєння нових теорій і моделей; обробка отриманих результатів наукових досліджень на сучасному рівні і їх аналіз; робота з науковою літературою з використанням нових інформаційних технологій, стеження за наукової періодикою.

Результати навчання:

знати: Механіку суцільного середовища, що стосуються тензорної алгебри та аналізу в ортогональній системі координат, теорії напруженого і

деформованого стану тіл, понять лінійної та нелінійної теорії пружності, а також засадничих положень і методів теорії пластичності, повзучості та в'язкопружності. Повинні знати основні моделі МСС, теореми і методи, які дають можливість точно чи наближено визначити напружено-деформований стан у твердих деформівних тілах.

вміти: сформулювати задачу теорії лінійної та нелінійної пружності, теорії пластичності, повзучості та в'язкопружності у механічному сенсі та на рівні математичної моделі; знати основні способи побудови розв'язків сформульованих задач. Під час вивчення курсу студенти засвоять тензорну форму запису співвідношень, яка вживається у сучасній науковій літературі, і координатну форму, необхідну при здійсненні перетворень в ході розв'язування конкретних задач.

Місце дисципліни в навчальному процесі.

Дисципліна входить до циклу дисциплін спеціалізації «Середня освіта. Фізика» та повинна сформувати уявлення про використання знань в техніці, мікроелектроніці та приладобудуванні. Вивчення даної дисципліни передбачає 36 (10) годин аудиторних занять, які діляться на 18 (4) годин лекцій і 18 (6) годин практичних робіт. Передбачається 54 (80) годин самостійної роботи.

Лекційний матеріал розбитий на два модулі і містить наступні теми:

Модуль 1.

1. Вступ. Задачі науки механіка суцільного середовища. Визначення МСС. Класифікація тіл по геометричних ознаках. Об'єкти вивчення в курсі з Механіки суцільного середовища. Зв'язок науки про МСС з іншими науками. Реальний об'єкт та розрахункова схема. Основні гіпотези. Зовнішні сили та класифікація навантажень. Визначення внутрішніх зусиль. (2 год.)

2. Основні поняття про напружений стан тіла в точці. Способи визначення напруженого стану. Закон парності дотичних напружень. Типи напружених станів тіла в точці. Лінійний напружений стан. Зміна напружень

при повороті площадок. Визначення головних напружень через напруження взаємно перпендикулярних площадок. Графічне відображення плоского напруженого стану. Траєкторія головних напружень (4 год.)

3. Поняття про об'ємний напружений стан. Об'ємна деформація. Зв'язок між напруженням та деформаціями. Загальний закон Гука. Залежність між пружними постійного матеріалу. Відносна зміна об'єму. Потенційна енергія пружної деформації. Питома енергія та енергія зміни об'єму та форми.(4 год.)

Модуль 2.

4. Призначення теорії міцності. Поняття про еквівалентне напруження. Класифікація теорій міцності. Теорія Мора, енергетична теорія та інші. Загальні відомості про нові теорії та гіпотези міцності та пластичності.

Напруження і деформації при зсуві. Чистий зсув. Розрахунки на міцність і умови міцності при зсуві (4 год.)

5. Стійкість стиснених стрижнів. Поздовжній згин Розрахунки стрижнів на стійкість. Метод скінченних різниць. Метод скінченних елементів (4 год.)

Для покращення розуміння і сприйняття навчального матеріалу, за темами курсу розроблено мультимедійні лекції.

Одним зі основних завдань нашого дослідження було розробка лекційного курсу та підбір матеріалу до практичних робіт за темами курсу. Тому практичні роботи були отструктуровано наступним чином.

Модуль 1.

Практична робота №1. Напружений стан у точці тіла.

Мета роботи: визначити інваріанти тензора напружень, головні напруження, напрямні косинуси головних напружень.

Короткий зміст: Визначення напруженого стану у точці тіла, напруження на похилих площадках, головні напруження на основних площадках.

Практична робота №2. Плоска задача теорії пружності.

Мета роботи: вивчити основні рівняння плоскої задачі, розв'язати плоску задачу теорії пружності за допомогою функції напружень, провести комп'ютерне моделювання та ознайомитись з методикою пом'якшення граничних умов в теорії пружності.

Короткий зміст: Досліджуються основні рівняння плоскої задачі теорії пружності: диференціальні рівняння рівноваги Нав'є; геометричні рівняння Коші; рівняння нерозривності деформацій Сен-Венана або в напружених (Леві); фізичні рівняння Гука.

Практична робота №3. Рішення плоскої задачі теорії пружності у поліномах.

Мета роботи: знайти вирази нормальних і дотичних напружень з граничних умов задачі, визначити коефіцієнти полінома; перевірити відповідність отриманих рівнянь для напружень з граничними умовами задачі.

Короткий зміст: Робота проводиться з використанням персонального комп'ютера і програми Mathcad. Налаштувати установки напруги у вигляді неповного полінома шостого порядку, дослідити, за яких умов задовольняються бігармонічні рівняння. З граничних умов на верхній і нижній гранях отримати систему алгебраїчних рівнянь. Шляхом вирішення системи рівнянь отримати всі 10 коефіцієнтів полінома.

Практична робота №4. Рішення плоскої задачі в тригонометричних рядах.

Мета роботи: Визначення постійних інтегрування рішення плоскої задачі теорії пружності в тригонометричних рядах Фур'є.

Представлення

Короткий зміст: Дослідження рішення плоскої задачі теорії пружності в тригонометричних рядах Фур'є; підбір функції напружень в залежності від умов на бічних гранях балки, чисельна реалізація завдання.

Практична робота №5 Плоска задача теорії пружності в полярних координатах.

Мета роботи: навчитися складати рівняння нормальних і дотичних напружень для довільної точки півпростору; будувати епюри нормальних і дотичних напружень в перетинах.

Короткий зміст: Вивчення стиснення та вигину клину, визначення поля напружень в півплощині під дією розподіленого навантаження на границі пружної напівплощини. Визначення напруги у великій кількості точок, за допомогою програмного забезпечення Mathcad. Реалізація поставленої задачі у вигляді Mathcad-програми «Завдання Фламана».

Модуль 2.

Практична робота № 6. Інтерполяція і функції форми.

Мета роботи: освоєння методики складання інтерполяційного многочлену Лагранжа.

Короткий зміст: Визначення скінчених різниць. Побудова інтерполяційної формули Ньютона для нерівномірно розподілених значень аргументу при розв'язанні задач.

Практична робота № 7. Метод скінчених різниць

Мета роботи: ознайомлення з методами та видами скінчених різниць, використання чисельних методів при рішенні крайових задач.

Короткий зміст: Види скінчених різниць, які використовуються для апроксимації похідних, скінченно-різницеві методи рішення крайової задачі.

Практична робота №8. Варіаційні методи вирішення крайових задач.

Мета роботи: навчитися розв'язувати крайові задачі варіаційними методами Рітца та Бубнова-Гальоркіна.

Короткий зміст: Визначення варіаційних методів Рітца та Бубнова-Гальоркіна, розв'язання крайових задач методами Рітца та Бубнова-Гальоркіна.

Практична робота №9. Рішення крайових задач методом скінчених елементів (МСЕ).

Мета роботи: Навчитися обчислювати матрицю жорсткості, розв'язувати крайові задачі МСЕ.

Короткий зміст: Дослідження особливостей рішення крайових задач МСЕ. Вивчення алгоритму рішення задач пружності МСЕ.

Всі практичні роботи мають приблизно однакову структуру

- тема і мета роботи;
- теоретичні відомості за темою практичної роботи;
- приклади вирішених вправ, які не є обов'язковими для виконання, але за допомогою яких легше придбати необхідний обсяг знань для виконання завдань практичної роботи;
- завдання практичної роботи, являють собою алгоритм послідовних дій студента або завдання з вказівками і роз'ясненнями для придбання мінімальних умінь і навичок для розв'язання задач;
- контрольні питання, які допоможуть студенту виділити і узагальнити основні знання з вивченого матеріалу.

Підготовлено контрольні питання до модулів, які охоплюють весь обсяг матеріалу, їх використання дозволяє інтенсивніше проводити навчання.

3.3.2. Вимоги до звіту і критерії оцінювання

1. Виконати завдання практичної роботи і зберегти їх на свій диск в папках з назвами Практична робота_МСС_ №_Прізвище, файли в папках називаються відповідно до вимог практичних робіт.

2. Звіт розміщується в електронному варіанті в папці з практичної роботою і містить: тему роботи, мету, короткий опис виконання роботи, відповіді на контрольні питання, розв'язання задач, коди розв'язання.

3. Звіт пишеться в текстовому редакторі WORD шрифт Times New Roman (кегель - 14, міжстроковий інтервал - 1.5).

4. Розмір звіту не повинен перевищувати 6 сторінок.

Критерії оцінювання.

Оцінка студента зі дисципліни з балів, які він отримує за:

- виконання двох модульних контрольних робіт;
- виконання та захист дев'яти практичних робіт;
- залік.

Система балів

1. Модульна контрольна робота.(МКР)

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації);
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації);
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації);
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам) – 0 балів.

2. Виконання та захист практичних робіт (ПР):

- «відмінно», коректне повне, вчасне виконання індивідуальних варіантів ПР, правильне та своєчасне оформлення вправ ПР, демонстрація вільного володіння теоретичним матеріалом при захисті виконаних ПР і самостійне виконання завдання (не менше 90% потрібної інформації);
- «добре», коректне повне, вчасне виконання індивідуальних варіантів ПР, правильне та своєчасне оформлення ПР, демонстрація вільного володіння теоретичним матеріалом при захисті ПР і самостійне виконання завдання з можливими незначними неточностями і зауваженнями, які були виправлені безпосередньо на занятті, (не менше 75% потрібної інформації);
- «задовільно», неповна відповідь, невчасне або зі значними неточностями виконання індивідуальних варіантів ПР з підготовки і виконання, можливе невчасне виконання індивідуальних варіантів ПР, відповідь на половину питань з теми роботи під час захисту ПР (не менше 60% потрібної інформації);
- за кожний тиждень запізнення зі здачею чергової ПР оцінка знижується на один бал;

– «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на бали «задовільно») – 0 балів

3. Виконання реферату та його захист. Для покращення оцінки існує система написання реферату.

Реферат оцінюється за 1-бальною шкалою, критерії є аналогічними наведеним вище.

Семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота: 0/25 балів. Оцінюються 2 контрольні модульні роботи, усього 24/50 балів.

2. Практична робота: 0/5 балів. Оцінюються 9 практичних робіт, усього 24/45 балів.

3. Реферат: 2/5 балів.

4. Підсумкове оцінювання проводиться у формі диференційованого заліку:

- форма проведення і види завдань – письмовий із відкритими питаннями;
- для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за залік не може бути меншою 10 балів;

- студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше ніж, 50 балів;

- додаткові вимоги: студент допускається до заліку за умови виконання всіх передбачених планом практичних робіт та написання МКР.

Для виконання теоретичних завдань і практичних вправ з розглядуваної теми студентам рекомендовано джерела методичної і спеціальної літератури: [4- 7, 10, 13, 15, 17, 20-28, 33, 39, 1].

3.4. Висновки до розділу 3

Запропоновано методику з використанням модульної системи та контролю знань у вивченні дисципліни «Механіка суцільного середовища» за

умов строгого її дотримання гарантує стійке підвищення рівня знань та вмінь студентів. У ході дослідження виділено ряд концептуальних положень:

- традиційна система забезпечує недостатні можливості для індивідуалізації та інтенсифікації процесу навчання, ефективного формування знань та вмінь студентів, які мають різні здібності, а впровадження обраного нами підходу з використанням модульної системи навчання та рейтингового контролю знань є можливою і доцільною формою організації навчального процесу у ВНЗ.

- розроблено курс мультимедійних лекцій, розв'язано та перевірено ряд задач: встановлено різнорівневі програмні вимоги до знань, умінь студентів та конкретизовано їх навчальними задачами; розроблено дидактичну модель навчання з дисципліни; виконано модульний розподіл навчального матеріалу та збалансування обсягу навчальної інформації на лекційні та практичні заняття; впроваджено систему контролю знань, розроблено відповідне методичне забезпечення.

ВИСНОВКИ

Програма курсу «Механіка суцільного середовища» побудована за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу. Студентам необхідна першочергова навчальна база перед початком вивчення дисципліни: з метою найкращого засвоєння і закріплення матеріалу. До початку вивчення дисципліни студент повинен опанувати знаннями і навичками, які отримав під час вивчення курсів «Загальної фізики» і «Класичної механіки», «Фізики твердого тіла», «Хімії».

При виконанні магістерської роботи проведено дослідження аналізу та узагальнення матеріалів по розробці НМК, які дають підстави для таких висновків:

1. Рівень сформованості знань та, особливо, вмінь студентів закладів вищої освіти, вчителів фізики середніх загальноосвітніх шкіл з МСС не відповідає повною мірою вимогам сьогодення. Однією із головних причин такого стану є складність, а іноді і неможливість, ґрунтовного вивчення дисципліни в умовах обмеженої кількості годин та традиційної організації навчального процесу. Це, серед іншого, дає підстави зробити висновок про те, що проблема навчання у вищій школі залишається недостатньо розробленою.

Дослідження зумовлено актуальністю розглянутого питання, з одного боку, вимогами сучасного суспільства щодо підготовки фахівців у вищих навчальних закладах, а з іншого - низьким рівнем знань та вмінь студентів та недостатністю вирішення цієї проблеми в галузі наукових досліджень.

2. На основі вивчення науково-методичної й навчальної літератури та профільної періодики встановлено, що запровадження розробленої методичної системи, дозволяє ефективно сформувати належні знання та вміння з дисципліни «МСС» у студентів.

Використання розробленого НК надає змогу підвищити ефективність

навчального процесу, рівень сприйняття навчального матеріалу і підготовки студентів, систематизування знання, отриманого в процесі засвоєння дисципліни. Під час розробки НМК для магістратури вищого навчального закладу здійснено ряд досліджень:

1. Проведено аналіз теоретичних основ використання НМК у процесі навчання, розглянуто сучасний стан дистанційної освіти в Україні, проблеми впровадження НМК у закладах вищої освіти.

2. Розглянуто методологічні аспекти різнорівневого формування знань та вмінь майбутнього фахівця, описано наукові засади відбору змісту навчального матеріалу з дисципліни «МСС».

3. Впроваджено модульну систему у навчальний процес та рейтинговий контроль знань як засіб, який ефективно визначає рівень діяльності студентів.

4. Підібрано та розроблено методичне забезпечення: лекційний курс та навчальний мультимедійний курс «МСС», які розроблено з урахуванням профілю спеціальності; методичних рекомендацій, посібників, розрахованих на різнорівневе навчання.

5. Підібрана тематика практичних робіт, розроблено структуру та форму подання матеріалу в практичних роботах. Перевірено працездатність всіх наведених прикладів і можливість реалізації задач до кожної практичної роботи. Реалізація основних положень дослідження спрямована на якісне вдосконалення існуючої педагогічної практики формування знань та вмінь студентів з дисципліни.

Вірогідність одержаних результатів магістерської роботи і висновків забезпечується методологічними основами дослідження, відповідністю методів дослідження його меті і завданням, кількісним і якісним аналізом теоретичного та емпіричного матеріалу, результатами педагогічного експерименту, а впровадження НМК «МСС» та елементів модульної системи як форми і засобу організації навчання відкриває можливості для доцільного

збалансування обсягу теоретичної інформації і практичної роботи для студентів, зумовлює посилення регулярності навчальної роботи студентів та підвищення їх самостійної роботи, що, дозволяє значно інтенсифікувати та індивідуалізувати навчальний процес, а також використовувати викладачам при викладанні курсу «МСС» та студентам для дистанційного самостійного навчання по засвоєнню програми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. G.Blatter, M.Feigl'man, V.Geshkenbein, A.Larkin, and V.Vinokur, "Vortices in High-Temperature Superconductors", Rev. Mod. Phys. 66. 1994. 1125.
2. Автомонов П.П. Дидактика вищої школи : підруч. для студ. вищ. навч. закл. Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. К. : *Київ. ун-т*. 2008. 367 с.
3. Антонова С.Г., Тюрина Л.Г. Современная учебная книга : Создание учеб. лит. нового поколения : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Кн. дело» и спец. «Изд. дело и редактирование». М. : *Агентство «Изд.сервис»*. 2001. 287 с.
4. Ашкрофт Н., Мермин Н. «Физика твердого тела» том 2. Москва: *«Мир»*. 1979 г. 486 с.
5. Божидарник В.В., Сулим Г.Т. Елементи теорії пластичності та міцності. Львів: *Світ*, 1999. Т. 1. 532 с.
6. Божидарник В.В., Сулим Г.Т. Елементи теорії пружності. Львів: *Світ*. 1994. 580 с.
7. Божидарник В.В., Сулим Г.Т. Теорія пружності: підручник. Т. 1: Загальні питання. Луцьк: *РВВ ЛНТУ*, 2012. 552 с.
8. Бурмин Г. «Штурм абсолютного нуля». Москва *«Детская литература»*. 1989 г. 238с.
9. Гречихин А.А. Вузовская учебная книга: Типология, стандартизация, компьютеризация : учеб.-метод. пособие в помощь авт. и ред. Ин-т «Открытое о-во». – М. : *Логос : Моск. гос. ун-т печати*.2000. 254 с.
10. Гудрамович В.С. Теория ползучести и ее приложения к расчету элементов тонкостенных конструкций. К.: *Наук. думка*, 2005. 223 с.
11. Державна національна програма "Освіта" ("Україна ХХІ століття"). К.: *Райдуга*.1994. 61 с.
12. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання – Нац. стандарт України.

– Вид. офіц. [Уведено вперше ; чинний від 2016-07-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 17 с.

13. Жданов Г. С., Хунджуа А. Г. Лекции по физике твердого тела. М.: Изд-во Московского ун-та. 1988. 231с.

14. Жорнова О. Науково-методичне забезпечення навчального процесу у вищій школі: усталені нормативи та сучасні вимоги. *Вісник Книжкової палати*. 2012. №2. С. 6 – 9.

15. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1966. – 416с.

16. Закон України «Про Концепцію Національної програми інформатизації». *Офіційний вісник України*. 1998. №10. С.15-17.

17. Карвацький А. Я. Механіка суцільних середовищ [Електронний ресурс]: навч. посіб. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. 290 с.

18. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М., 1978. 791с.

19. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні. (затверджено Постановою МОН України В.Г.Кременем 20 грудня 2000р.). URL: <http://www.osvita.org.ua/distance/pravo/00.html>

20. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т. V. Статистическая физика. Ч.I. 5-е изд. М.: *Физматлит*. 2001 616с.

21. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П. Теоретическая физика: Т. IX. Статистическая физика. Ч. 2. Теория конденсированного состояния . М.: *Физматлит*, 2004. 496 с.

22. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т. VIII. Электродинамика сплошных сред. 4-е изд. М.: *Физматлит*. 2005. 720 с.

23. Лурье А.И. Нелинейная теория упругости. М.: *Наука*, 1980. 512 с.

24. Лурье А.И. Теория упругости. М.: *Наука*, 1970. 940 с.

25. Механіка деформівного твердого тіла. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>

26. Механіка суцільних середовищ – 1. Механіка суцільних середовищ в інженерних розрахунках: Текст лекцій для студентів спеціальностей 7.05050315, 8.05050315 – «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» / Уклад.: О.С. Сахаров, А. Я. Карвацький – К. : НТУУ «КПІ», 2013. 231 с.
27. Механіка суцільних середовищ URL: <https://sites.google.com/site/mehanika6787686756/mehanika-sucilnih-seredovis>
28. Можаровський М.С. Теорія пружності, пластичності і повзучості: підручник. К.: Вища школа, 2002. 308 с.
29. Мороз І.В. Педагогічні умови запровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу: Монографія: К.: Т-во “Освіта України”, КОО. 2005. 196с.
30. Наказ ректора ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка» від 08.08.2022 р. № 117-ОД «Про організацію освітнього процесу у 2022 – 2023 н. р.». URL: http://luguniv.edu.ua/?page_id=1537.
31. Національна доктрина розвитку освіти України у XXI столітті. *Освіта*. 2001. №60-62.
32. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013>
33. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. «Фізика твердого тела». Учеб. - 3-е изд., М. 2000. 494 с.
34. Проектування гіпертекстових навчальних систем. [М.Л.Смұльсон, Ю.І.Машбиць, О.О.Гокунь і ін.]; за ред. Ю.І.Машбиця. К.: Інститут психології ім. Г.С.Костюка АПН України. 2000. 100 с.
35. Реферат: Навчально-методичне забезпечення модульної системи навчання студентів педагогічних ВНЗ. URL: <https://www.bestreferat.ru/referat-232300.html>
36. Сахарова Е.Г. Типологическая модель учебно-методических изданий : на примере изданий для высшей школы : автореф. дис. ... кандидата

филологических наук : 05.25.03. Е.Г.Сахарова. *Моск. гос. ун-т печати*. Минск. 2008. 21 с.

37. Третьяков П.И., Сенновский И.Б. Технология модульного обучения: Практико-ориентированная монография. – Под ред. П.И.Третьякова. М.: *Новая школа*. 1997. 352с.

38. Фіцула М.М. Педагогіка вищої школи : навч. посіб. 2-е вид., допов. Київ : *Академвидав*. 2010. 454 с.

39. Чеченин Н.Г. Введение в физику твердого тела. URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/solidst/index.html#%D1%81>.

40. Юцявичене П.А. Теория и практика модульного обучения *Советская педагогика*. 1990. №1. С.55-60.

41. Освітня програма зі спеціальності 014 «Середня освіта» за спеціалізацією 014.08 «Середня освіта (Фізика)», дійсна з 01.09.2022 р. (наказ № 93-ОД від 23 червня 2022 р.). URL: http://luguniv.edu.ua/?page_id=61470.

ДОДАТКИ

Додаток А. Стислий зміст НМК «МЕХАНІКА СУЦІЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА»

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЗ „ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА”
Кафедра фізико-технічних систем та інформатики

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС З ДИСЦИПЛІНИ

«МЕХАНІКА СУЦІЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА»
для освітнього рівня магістр

напряму / спеціальності(ей) 014.08 Середня освіта. Фізика

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ

- I. Силабус освітнього компоненту «Механіка суцільного середовища»
- II. Методичні рекомендації щодо вивчення навчального курсу
- III. Матеріали поточного контролю, проміжної атестації

I. СИЛАБУС ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА

Назва курсу	Механіка суцільного середовища
Веб-сайт для курсу	http://do.luguniv.edu.ua/
Мета й завдання курсу	Мета: засвоєння здобувачами освіти теорією напружено-деформованого стану матеріального середовища, постановки статичних і динамічних задач теорії пружності, пластичності і в'язкопружності, теорією розповсюдження пружних хвиль різної поляризації в однорідному ізотропному і анізотропному середовищі.
Тривалість курсу	8 тижнів, 3,0 кредити, 90 годин (18 лекцій, 18 практичні заняття, 54 самостійна робота)
Результати навчання	ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК2. Здатність проводити теоретичні та прикладні дослідження на відповідному рівні. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел, спроможність організовувати та проводити самостійні наукові дослідження. ЗК4. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями, організовувати, планувати, прогнозувати результати діяльності, застосувати набуті знання у життєвих та професійних ситуаціях; удосконалювати свої навички на основі аналізу попереднього досвіду. ЗК6. Знання предметної області і професійної діяльності. ЗК9. Здатність до генерування нових ідей (креативності), творчого самовираження, виявлення та розв'язання проблем, ініціативності та підприємливості.

	<p>СК2. Здатність встановлювати зв'язок між експериментальними і теоретичними результатами дослідження, здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних явищ, об'єктів і процесів, пов'язувати результати досліджень із сучасними фізичними теоріями і уявленнями; усвідомлення кількісного характеру досліджень у фізиці, здатність застосовувати спеціальні математичні та теоретичні методи для розв'язування задач предметної галузі.</p> <p>СК3. Здатність до критичного аналізу та оцінки сучасних наукових досягнень; здатність генерувати нові ідеї при вирішенні дослідницьких і практичних завдань; здатність пропонувати та обґрунтовувати гіпотези на основі теоретико-методологічного аналізу; здатність застосовувати комп'ютерні технології та програми для проведення дослідження та аналізу отриманих даних; здатність оформляти та представляти результати своєї наукової діяльності.</p> <p>СК9. Здатність планувати й здійснювати теоретичні та експериментальні дослідження фізичних об'єктів, явищ і процесів на основі розуміння і навичок практичного використання спеціалізованих знань фізики, а також спеціальних математичних методів та інформаційних технологій.</p> <p>ПРН22. Знання методики організації, проведення фізичного експерименту та аналізу отриманих даних; володіння методами сучасного керування науковими і прикладними експериментами.</p> <p>ПРН23. Знання фізичних законів, процесів та явищ, пов'язаних із взаємодією частинок і випромінювань з речовиною в її різних станах.</p> <p>ПРН24. Знання основ фізики конденсованих середовищ, розуміння особливостей будови полімерних матеріалів; розуміння закономірностей зміни фізичних властивостей при переході між агрегатними, фазовими і релаксаційними станами полімерів.</p> <p>ПРН25. Вміння проводити фундаментальні і прикладні дослідження у галузі фізики, інших природничих і технічних науках; здійснювати обробку результатів та їх фізичну інтерпретацію; аналізувати та прогнозувати основні напрямки розвитку сучасних технологій.</p> <p>ПРН26. Вміння: застосовувати фундаментальні закони фізики для описання експериментально спостережуваних явищ; добирати методи дослідження і відповідне обладнання для проведення експерименту.</p>
Тижневий розклад	аудиторних – 2, самостійної роботи здобувача вищої освіти – 6
Теми	<p>Змістовий модуль 1. Методологічні та законодавчо-нормативні засади інклюзивної освіти.</p> <p>Тема 1. Вступ. Задачі науки механіка суцільного середовища. Визначення МСС. Класифікація тіл по геометричних ознаках. Об'єкти вивчення в курсі з Механіки суцільного середовища. Зв'язок науки про МСС з іншими науками. Реальний об'єкт та розрахункова схема. Основні гіпотези. Зовнішні сили та класифікація навантажень. Визначення внутрішніх зусиль.</p> <p>Тема 2. Основні поняття про напружений стан тіла в точці. Способи визначення напруженого стану. Закон парності дотичних напружень. Типи напружених станів тіла в точці. Лінійний напружений стан. Зміна напружень при повороті площадок. Визначення головних напружень через напруження взаємно перпендикулярних площадок. Графічне</p>

	<p>відображення плоского напруженого стану. Траєкторія головних напружень.</p> <p>Тема 3. Поняття про об'ємний напружений стан. Об'ємна деформація. Зв'язок між напруженням та деформаціями. Загальний закон Гука. Залежність між пружними постійного матеріалу. Відносна зміна об'єму. Потенційна енергія пружної деформації. Питома енергія та енергія зміни об'єму та форми.</p> <p>Змістовий модуль 2. Психолого-педагогічні основи врахування та розуміння особливих освітніх потреб здобувачів вищої освіти у навчальному процесі.</p> <p>Тема 4. Призначення теорії міцності. Поняття про еквівалентне напруження. Класифікація теорій міцності. Теорія Мора, енергетична теорія та інші. Загальні відомості про нові теорії та гіпотези міцності та пластичності.</p> <p>Напруження і деформації при зсуві. Чистий зсув. Розрахунки на міцність і умови міцності при зсуві.</p> <p>Тема 5. Стійкість стиснених стрижнів. Метод скінченних різниць. Метод скінченних елементів.</p>
Орієнтація (на кого розрахований курс)	<p>Освітній ступінь – магістр</p> <p>Для фахівців педагогічної галузі: 01 Освіта; спеціальності: 014.08 Середня освіта. Фізика.</p>
Резюме викладача	<p>Козуб Юрій Гордійович – д.т.н., доцент.</p> <p>Калініна Марина Олександрівна – магістерка 014.08 Середня освіта. Фізика.</p>
Інформація для підтримання зв'язку з викладачем	<p>E-mail: kosub.yg@gmail.com</p> <p>E-mail: Marina.K16017@gmail.com</p>
Попередня підготовка	Курс загальної фізики, класичної механіки, фізики твердого тіла, хімії.
Діяльність здобувача	<p>Дистанційно:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) участь засобами Microsoft-Teams у online-заняттях відповідно до потижневого розкладу занять; 2) робота на сайті дистанційного навчання Moodle: <ul style="list-style-type: none"> – робота з навчальним матеріалом курсу: перегляд відео-уроків, вивчення лекційного матеріалу, написання конспекту, виконання практичних робіт; – робота з навчальною літературою, рекомендованою викладачем; – написання контрольних модульних та самостійних робіт; – виконання індивідуального завдання; 3) участь у форумах та чатах курсу на сайті дистанційного навчання Moodle та/або в меседжері Телеграм;
Навчальні матеріали	<p>Базові:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Механіка суцільних середовищ – 1. Механіка суцільних середовищ в інженерних розрахунках: Текст лекцій для студентів спеціальностей 7.05050315, 8.05050315 – «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів» /

	<p>Уклад.: О.С. Сахаров, А. Я. Карвацький – К. : НТУУ «КПІ», 2013. 231 с.</p> <p>2. Карвацький А. Я. Механіка суцільних середовищ [Електронний ресурс]: навч. посіб. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. 290 с.</p> <p style="text-align: center;">Допоміжні</p> <p>1. Божидарник В.В., Сулим Г.Т. Елементи теорії пластичності та міцності. Львів: Світ, 1999. Т. 1. 532 с.</p> <p>2. Ашкрофт Н., Мермин Н. «Физика твердого тела» том 2. Москва: «Мир». 1979 г. 486 с.</p> <p>3. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. «Физика твердого тела». Учеб. - 3-е изд., М. 2000. 494 с.</p> <p style="text-align: center;">Інформаційні ресурси</p> <p>1. Механіка деформівного твердого тіла. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/.</p> <p>2. Механіка суцільних середовищ URL: https://sites.google.com/site/mehanika6787686756/mehanika-sucilnih-seredovis.</p>
Необхідне устаткування	Комп'ютер/ноутбук тощо. Мультимедійний проектор. Наявність оболонки Moodle для роботи на освітньому порталі. Доступ до мережі Інтернет. ПЗ Mathcad Prime 6.0.
Спільні / індивідуальні види навчальної діяльності	Словесні, наочні методи навчання; практичні методи навчання; Проектні методи навчання; Дослідницькі, проблемно-пошукові методи навчання; Самостійна робота (робота з навчально-методичною літературою, цифрові методи навчання).
Оцінювання (онлайн / очно)	Поточне усне та письмове опитування, виконання завдань на дистанційному сайті, індивідуальні практичні завдання, модульна контрольна робота. Самооцінювання; Взаємооцінювання (peer assessment); Експертне оцінювання. Захист практичної роботи Форма семестрового контролю: залік.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду діяльності)	Семестрову рейтингову оцінку розраховують, виходячи з критеріїв: <ul style="list-style-type: none"> - письмові модульні контрольні роботи – 40%; - результати роботи на практичних заняттях – 40%; - самостійна робота – 20%.
Чат / сесії	платформа Moodle; онлайн-конференції: Skype; Zoom
Забезпечення виконання принципів академічної доброчесності	У процесі роботи необхідно дотримуватися Положення про академічну доброчесність учасників освітнього процесу ДЗ „Луганський національний університет імені Тараса Шевченка” (http://luguniv.edu.ua/wp-content/uploads/2019/12/polojakademdobro2.pdf), відповідних принципів академічної доброчесності. Письмові роботи, презентації мають бути авторськими, оригінальними. Письмові роботи мають бути оформлені згідно встановлених правил, з урахуванням вимог до цитування, подання відповідних покликань.

	<p>Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача вищої освіти є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>У разі, якщо здобувач вищої освіти вважає оцінку за екзамен або залік необ'єктивною, він може подати звернення про оскарження результатів оцінювання відповідно до затвердженої процедури (http://luguniv.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/2_10_protos_zabezp_yakist_osvita_2020.pdf).</p> <p>Перескладання освітнього компонента відбувається за процедурою: http://luguniv.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/2_2_protos_zabezp_yakist_osvita.pdf.</p> <p>Проведення факультативних занять для повторного оцінювання освітнього компонента відбувається за процедурою: http://luguniv.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/2_3_protos_zabezp_yakist_osvita_2020.pdf.</p>
Feedback курсу	Зворотній зв'язок здійснюється на основі чату, системи повідомлень на сторінці курсу на освітньому порталі ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”.

II. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Цілі, навчальні задачі дисципліни, місце і роль навчальної дисципліни в підготовці фахівця

Професійна діяльність фахівця за спеціальністю 014.08 «Середня освіта. Фізика» що вивчав курс Механіка суцільного середовища спрямована на можливість освоєння нових теорій і моделей фізики твердого тіла; досліджень і оцінку стану і обробки отриманих результатів наукових досліджень на сучасному рівні і їх аналіз. Студенти, які закінчили курс «Механіка суцільного середовища» (МСС), повинні бути підготовлені до вирішення наступних задач:

- наукові дослідження поставлених проблем;
- формулювання нових завдань, що виникають в ході наукових досліджень;
- розробка нових методів досліджень;
- вибір необхідних методів дослідження;
- освоєння нових методів наукових досліджень;
- освоєння нових теорій і моделей;
- обробка отриманих результатів наукових досліджень на сучасному рівні і їх аналіз;
- робота з науковою літературою з використанням нових інформаційних технологій, стеження за науковою періодикою.

2.2. Зв'язок дисципліни з іншими дисциплінами спеціальності

- 2.2.1. Курс загальної фізики.
- 2.2.2. Фізика твердого тіла.
- 2.2.3. Курс класичної механіки.
- 2.2.4. Хімії.

2.3. Види навчальної діяльності студентів

- 2.3.1. Відвідування лекцій, конспектування і освоєння лекційного матеріалу.
- 2.3.2. Підготовка до контрольних робіт з прочитаного лекційного матеріалу і письмові відповіді на питання контрольних робіт.

2.3.3. Освоєння поточного матеріалу, віднесеного до самостійного освоєння (самостійної роботи студентів). Підготовка теоретичного матеріалу і рішення задач на відповідних практичних роботах.

2.4. Контроль знань студентів

2.4.1. Контроль освоєння поточного лекційного матеріалу у вигляді міні - контрольних робіт (відповіді на контрольні питання після кожної лекції), з обов'язковим оцінюванням. Практичної частини (завдання і звітність) кожної практичної роботи, що виконується студентами.

2.4.2. Контроль самостійної роботи студентів шляхом проведення відповідного поточного контролю.

2.4.3. Підсумковий залік з освоєння семестрового програмного матеріалу.

2.5. Інші пояснення автора

Проведення міні- контрольних робіт за матеріалами кожної лекції стимулює студентів до систематичної навчальної роботи, до регулярного освоєння і запам'ятовування, прочитаного лектором лекційного матеріалу. Проведення таких контрольних особливо ефективно для студентів - магістрантів, у яких у зв'язку з близькістю закінчення вузу, як правило, формується деякий охолоджене ставлення до освоєння завершальних спецкурсів.

2.6. Зміст програми (Тематичні плани лекцій та практичних робіт надано у 3 розділі магістерського дослідження).

Методичні рекомендації щодо вивчення дисципліни

1. Методичні рекомендації викладачеві курсу

Зміст курсу має відповідати тому, щоб дотримувалася послідовність і єдність з іншими освітніми компонентами з даної спеціалізації і відповідатимуть положенням механіки суцільного середовища. При цьому головна увага має бути приділена вивченню нових фундаментальних положень, в тому числі, встановлених в результаті власних наукових досліджень.

Вивчення теоретичних питань МСС, які в основному мають бути зосереджені в лекційному курсі, слід доповнити роботою студентів у фізичній лабораторії, самостійною роботою. Здобувачі освіти повинні чітко уявляти пристрої які використовуються ними приладів і принципів їх дії, набути навичок виконання фізичних вимірювань, проводити обробку результатів вимірювань з використанням статистичних методів і сучасної обчислювальної техніки.

Обмежений ліміт часу дозволяє виконати справжню програму лише за умови використання різноманітних методичних форм подачі матеріалу слухачам. Однією з таких форм є практичні заняття, супроводжувані демонстраціями натурних експериментів, на які слід виносити деякі проблемні завдання і питання, що стосуються технології та фізики МСС. Це дозволяє істотно наблизити рівень обробки результатів вимірювань фізичних величин до сучасних стандартів, прийнятим в науці і виробничій діяльності.

2. Методика проведення лекційних занять

Лекції та практичні заняття, поряд з контролем знань, поточної і проміжної атестаціями, самостійною роботою студентів є основними ланками при організації навчального процесу за освітніми програмами.

2.1. Загальні положення

2.1.1 Головним завданням лектора є функція організації процесу пізнання студентами матеріалу дисципліни, що вивчається на всіх етапах її освоєння ..

2.1.2. Лекція вирішує двоєдине завдання: інформативну та розвиток самостійної пізнавальної діяльності.

Для цього лектору доцільно:

- сформулювати мету кожної лекції;
- визначити зміст лекції і план її проведення;
- розробити методи активізації пізнавальної діяльності студентів з урахуванням рівня їх знань і умінь;
- розглянути перспективи і застосування досліджуваного матеріалу в рамках інших дисциплін і практичної діяльності;
- представити посилання на літературу для самостійного вивчення матеріалу студентами;
- за матеріалом лекції сформулювати завдання з метою підготовки студентів до практичних занять.

2.2. Завдання лекції

2.2.1 Передача знань здобувачам освіти і формування умінь щодо їх застосування.

2.2.2 Формулювання дидактичних аспектів, що вирішуються в рамках вивчення матеріалу освітнього курсу.

2.2.3. Виявлення міждисциплінарних зв'язків досліджуваної дисципліни.

2.2.4 Оцінка знань і умінь, одержуваних студентами при вивченні окремих розділів і в цілому дисципліни, а також їх ролі і співвідношення в структурі процесу навчання.

2.2.5 Подання здобувачам освіти посилань на інформаційно-довідкову систему для самостійного вивчення ними матеріалу дисципліни.

2.2.6 Виховання здобувачей освіти в формі безпосереднього впливу на аудиторію.

2.3 Зміст лекції

2.3.1 Тематика і зміст лекцій визначаються робочою програмою дисципліни, складеної відповідно до напрямку спеціальності підготовки дипломованого фахівця.

2.3.2 Лекція являє собою логічне виклад матеріалу відповідно до її плану, який повідомляється слухачам на початку кожної лекції і має закінчену форму.

2.3.3 Зміст кожної лекції має певну спрямованість і враховує рівень підготовки аудиторії.

2.3.4 Застосування на лекції принципу постійного зв'язку теорії і практики, підкріпленого конкретними прикладами використання теорії для вирішення практичних завдань.

2.4. Проведення лекції

2.4.1 Процес проведення лекції і комплексне поєднання змісту, логічності і доказовості.

2.4.2 Лекція будується відповідно до дидактичними принципами:

- принцип науковості повідомляються відомостей;
- принцип систематичності і послідовності викладу (від простого до складного);
- принцип зв'язку теорії з практикою;
- принцип доступності наукових знань;
- принцип поєднання абстрактності мислення з наочністю в викладанні;

При підготовці лекції лектор планує управління видами уваги слухачів - мимовільним, довільним, післядовільною, шляхом створення прийому «яскравої плями» та інших педагогічних методів.

2.4.3 Ефективність лекції характеризується якістю і кількістю одержуваної студентами інформації.

Для її досягнення необхідно наступне:

- дохідливість, завдяки живій усній мові, при вмілому користуванні інтонацією, паузами, логічними наголосами, мімікою, жестами виникає можливість чітко виділити основне, істотне і, крім того, впливати на аудиторію емоційно;
- можливість ілюструвати лекції записами, схемами, кресленнями, виконуваними на дошці, а також плакатами, слайдами, статичними і динамічними діаграмами, інтерактивними картинками, реалізованими на ПК;
- гнучкість - можливість варіювання рівнем викладу матеріалу в залежності від підготовленості студентів;
- подання до процесу лекції новітніх відомостей про досягнення науки в цій галузі;
- підвищення активності студентів за допомогою контрольних питань;
- надання студентам права задавати питання викладачеві в ході або по закінченні лекції.

2.4.4 На кожну лекцію розробляються план і конспект, що включають тему, зміст, завдання лекції, а також деякі питання щодо ходу лекції і для повторення, вивчені студентом раніше і пов'язані з досліджуваною темою.

2.5.Активізація діяльності, здобувачів освіти на лекції.

Проблемне навчання

Один із шляхів включення студентів в активну розумову діяльність під час слухання лектора є проблемний метод читання лекцій.

Проблемне навчання полягає в створенні перед учнями послідовності проблемних ситуацій і у вирішенні цих ситуацій в процесі спільної діяльності студентів під загальним напрямним керівництвом викладача. Під проблемною ситуацією розуміються навчальні, дослідницькі завдання, вирішення яких здійснюється студентами (під керівництвом викладача або самостійно) шляхом придбання відсутніх знань і оволодіння новими способами діяльності.

Проблемна ситуація не виникне, якщо поставити запитання, на який студенти заздалегідь знають відповідь, або запропонувати завдання, алгоритм вирішення якої студентам відомий. Не можна створити проблемну ситуацію, задавши завдання, для вирішення якої у студентів немає достатніх знань.

Лектору всього простіше використовувати проблемний виклад нового матеріалу. Створивши проблемну ситуацію, викладач дає не тільки кінцеве рішення задачі, але і розповідає алгоритм цього рішення, аргументуючи кожен крок міркувань. Навчальна діяльність студента спрямована при цьому на те, щоб уважно прослухати і відтворити хід міркувань при постановці, формулюванні і розв'язанні проблеми. Такий спосіб не забезпечує набуття досвіду пошукової творчої діяльності студента.

Наступний рівень проблемного навчання полягає в проблемному викладі матеріалу з подальшим самостійним рішенням студентами аналогічної проблемної ситуації за способом, вказаним викладачем.

2.6. Ілюстрація лекції

Способи ілюстрації:

- дошка і робота на ній;
- плакати, креслення, схеми, презентації;
- демонстраційні експерименти, відеоролики.

III. МАТЕРІАЛИ ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЮ, ПРОМІЖНОЇ АТЕСТАЦІЇ

3.1. Поточний і проміжний контроль якості засвоєння матеріалу

3.1.1. Питання для поточного і проміжного контролю

1 модуль

Перевірка якості засвоєння знань здійснюється протягом усього семестру, як в усній (робота на практичних заняттях), так і письмовій формі (групова контрольна робота, звіти за індивідуальними завданнями, тести),

1. Назвіть класифікацію МСС.
2. Яку деформацію називають пружною, а яку залишковою або пластичною?
3. Сформулюйте принцип пом'якшених граничних умов або принцип Сен-Венана.
4. Поясніть зміст гіпотези про відсутність початкових внутрішніх зусиль.
5. Розкажіть про поняття: однорідність матеріалу, неперервність матеріалу, ізотропність матеріалу, ідеальна пружність.
6. Зовнішні сили, їхні різновиди, розмірність.
7. Які навантаження називають статичними, а які динамічними?
8. Як поділяються динамічні навантаження?
9. Що називається повним, нормальним і дотичним напруженням?
10. Як позначається і як напрямлене: нормальне напруження, дотичне напруження?
11. Як сформулюється принцип незалежності дії сил?
12. За якою формулою визначають напруження в поперечному перерізі стрижня при його поздовжньому деформуванні?
13. Сформулюйте закон Гука.
14. Як називається коефіцієнт пропорційності між напруженнями й деформаціями і що він характеризує? В яких одиницях його вимірюють?
15. Запишіть інтегральну формулу, яка визначає подовження чи скорочення стрижня при розтягу (стиску)?
16. Сформулюйте, що називається: границею пропорційності, границею текучості, тимчасовим опором або границею міцності?
17. Як визначається і позначається границя текучості матеріалів, діаграма розтягу яких не має чітко вираженої площадки текучості?
18. Сформулюйте, як визначається: коефіцієнт запасу міцності, допустиме напруження?
19. Як записується умова міцності за допустимими напруженнями?
20. Як записується умова міцності, якщо відомі розрахунковий і допустимий коефіцієнти запасу міцності?
21. Як записується умова жорсткості для розтягу (стиску)?
22. Як сформулюється закон Гука при зсуві?
23. Які абсолютні й відносні деформації відповідають зсуву?
24. Поясніть суть закону парності дотичних напружень?
25. Як визначають дотичні напруження в довільній точці круглого перерізу стрижня при крученні?
26. Де виникають і як визначаються максимальні дотичні напруження у перерізі стрижня при крученні?
27. Що зветься полярним моментом опору площі перерізу та як його визначають для круглого суцільного та кільцевого перерізів вала? Його розмірність?
28. Напишіть умову міцності для бруса при крученні.
29. Запишіть умову жорсткості бруса при крученні.

2 модуль

1. Яке навантаження називають статичним, а яке динамічним? Які різновиди динамічного навантаження?
2. Яке явище називають втомленістю матеріалу?
3. Назвіть параметри, які характеризують цикл змінних напружень.
4. Як визначаються: середнє напруження, амплітуда, коефіцієнт асиметрії циклу?
5. Які цикли називають подібними?
6. При яких співвідношеннях максимальних і мінімальних напруженнях відбувається: асиметричний, симетричний і віднульовий цикли зміни напружень?
7. Який цикл змінних напружень найбільш небезпечний?
8. Яку характеристику міцності при змінних напруженнях називають межею витривалості?
9. Які фактори, крім характеристик циклу, впливають на величину границі витривалості?
10. Назвіть причину концентрації напружень?
11. Як визначається теоретичний коефіцієнт концентрації напружень?
12. Яка умова міцності деталі при змінних напруженнях?
13. У чому полягає принцип Даламбера (принцип кінетостатики)? Як його застосовують при розв'язанні задач з урахуванням сил інерції?
14. Як визначаються переміщення і напруження при динамічних навантаженнях за допомогою коефіцієнта динамічності?
15. Який різновид деформації прямого стрижня називають поздовжнім згином? Як обчислюють поперечну силу в довільному поперечному перерізі балки? Правило знаків.
16. Як обчислюють згинальний момент у довільному поперечному перерізі балки? Правило знаків.
17. Що називається косим згином? За якими формулами визначають нормальні напруження в умовах косого згину?
18. За якими формулами визначають нормальні напруження в умовах косого згину?
19. Які умови жорсткості балок при згині?
20. Як виконуються розрахунки за допомогою гіпотез міцності?
21. Який фактор приймається за визначальний у процесі побудови першої теорії міцності? Рекомендації щодо її використання.
22. Який фактор приймається за визначальний у процесі побудови другої теорії міцності? Рекомендації щодо її використання.
23. Який фактор приймається за визначальний у процесі побудови третьої теорії міцності? Рекомендації щодо її використання.
24. Який фактор приймається за визначальний у процесі побудови четвертої теорії міцності? Рекомендації щодо її використання.
25. Який фактор приймається за визначальний у процесі побудови п'ятої теорії міцності? Рекомендації щодо її використання.
26. Які деталі зазнають зазвичай деформацій згину та кручення?
27. Які внутрішні силові фактори діють у поперечному перерізі бруса в умовах дії згину та кручення?
28. Як визначають у разі одночасного згину й кручення еквівалентний моментом Текв, використовуючи третю або п'яту теорії міцності?
29. За якими формулами визначають напруження в умовах дії згину з крученням у поперечному перерізі вала круглого профілю?
30. Як розраховують розміри перерізу круглого вала на міцність при згині з крученням?

3.1.2. Питання до заліку (іспиту)

1. Векторні базиси і градієнти місця.
2. Заходи деформації Коші Гріна,
3. Заходи деформації Альманзі.
4. Заходи деформації Фингера.
5. Заходи деформації Генки.
6. Тензори деформації.
7. Орієнтований майданчик і об'ємне розширення.
8. Диференціювання заходів деформації по градієнту місця.
9. Жорсткі рухи і індіферентні тензори.
10. Об'єктивна похідна.
11. Масові і поверхневі сили.
12. Тензори напружень Коші.
13. Полярні середовища, тензор моментних напружень.
14. Рівняння руху суцільного середовища в актуальній і відліковій конфігураціях.
15. Тензор Піола і симетричний тензор Піола.
16. Елементарна робота.
17. Сполучені пари тензорів.
18. Принцип матеріальної індіферентності.
19. Пружний матеріал.
20. Ізотропний матеріал.
21. Тіло Сетха
22. Тіло Сіньоріні.
23. Рівняння стану пружного ізотропного матеріалу.
24. Тензор пружних ізотропного середовища.
25. Постановка крайових задач рівноваги.
26. Методи розв'язання крайових задач рівноваги.
27. Варіаційні принципи нелінійної теорії пружності.
28. Одновісне розтягнення.
29. Нестисливий пружний матеріал.
30. Метод граничних інтегральних рівнянь в задачах лінійної теорії пружності.

Додаток Б. Приклад структури лекції на тему «Дослідження напруженого стану тіла в точці»

Проблемні питання лекції:

1. Поясніть, у чому зміст принципу початкових розмірів?
2. Зовнішні сили, їхні різновиди, розмірність.
3. Які навантаження називають статичними, а які динамічними?
4. Як поділяються динамічні навантаження?

Навчальні питання:

1. Назвіть класифікацію деформівних тіл залежно від їхніх розмірів і форми.
2. Яку деформацію називають пружною, а яку залишковою або пластичною?
3. Сформулюйте принцип пом'якшених граничних умов або принцип Сен-Венана.
4. Поясніть зміст гіпотези про відсутність початкових внутрішніх зусиль.
5. Що називається «деформацією»? Яка причина її виникнення?

Презентація

1. Загальні відомості про напружений і деформований стани в точці. Тензор напружень
2. Закон парності дотичних напружень
3. Напруження на похилих площадках.
4. Головні нормальні напруження та максимальні дотичні напруження
5. Головні деформації

Дидактичний матеріал:

1. Мультимедійний курс лекцій з МСС: розробила Калініна М.О.
2. Відеоурок. Визначення розтяг "+" чи стиск. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=EDAPLr3HwwU>
3. Програме забезпечення Mathcad Prime 6.0.

Контрольні запитання до теми « Дослідження напруженого стану тіла в точці »

1. Які основні гіпотези передбачаються при дослідженні напруженого стану в точці?
2. В чому полягає гіпотеза про суцільність матеріалу?
3. В чому полягає гіпотеза про однорідність та ізотропність?
4. В чому полягає гіпотеза про незначні деформації?
5. В чому полягає гіпотеза про ідеальну пружність матеріалу ?
6. В чому полягає гіпотеза про прямопропорційну залежність між навантаженням і деформаціями?
7. Сформулюйте закон Гука.
8. Як називається коефіцієнт пропорційності між напруженнями й деформаціями і що він характеризує? В яких одиницях його вимірюють?
9. У чому полягає закон парності дотичних напружень ?
10. Сформулюйте закон парності дотичних напружень для зовнішніх сил.
11. Сформулюйте закон парності дотичних напружень для внутрішніх сил.
12. Запишіть у вигляді квадратної матриці тензор напружень.
13. Сформулюйте, що називається: границею пропорційності, границею текучості, тимчасовим опором або границею міцності?
14. Як визначається головні нормальні напруження та максимальні дотичні напруження?
15. Коли виникає напружений стан у пластинках поверхні яких вільні від навантаження?

Перелік питань для підготовки (теми рефератів):

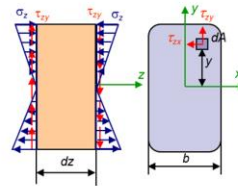
1. Міцність при динамічних і змінних навантаженнях
2. Складний опір
3. Теорія міцності

Додаток В. Фрагменти елементу мультимедійної лекції з МСС

Розробила: Калініна Марина Олександрівна

Мультимедійний курс лекцій

Механіка суцільного середовища



Полтава - 2023

Зміст

модуль 1

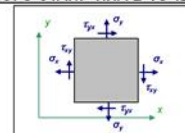
- Лекція 1. Задачі науки Механіка суцільного середовища. Визначення МСС. Класифікація тіл по геометричних ознаках. Об'єкти вивчення в курсі з Механіки суцільного середовища. Зв'язок науки про МСС з іншими науками. Реальний об'єкт та розрахункова схема. Основні гіпотези. Зовнішні сили та класифікація навантажень. Визначення внутрішніх зусиль.
- Лекція 2. Основні поняття про напружений стан тіла в точці. Способи визначення напруженого стану. Закон парності дотичних напружень.
- Лекція 3. Типи напружених станів тіла в точці. Лінійний напружений стан. Зміна напружень при повороті площадок. Визначення головних напружень через напруження взаємно перпендикулярних площадок. Графічне відображення плоского напруженого стану. Траєкторія головних напружень.
- Лекція 4. Поняття про об'ємний напружений стан. Об'ємна деформація. Зв'язок між напруженнями та деформаціями. Загальний закон Гука. Залежність між пружними постійного матеріалу. Відносна зміна об'єму. Потенційна енергія пружної деформації. Питомі енергія та енергія зміни об'єму та форми.

модуль 2

- Лекція 5. Призначення теорії міцності. Поняття про еквівалентне напруження. Класифікація теорій міцності. Теорія Мора, енергетична теорія та інші. Загальні відомості про нові теорії та гіпотези міцності та пластичності.
- Лекція 6. Напруження і деформації при зсуві. Чистий зсув. Розрахунки на міцність і умови міцності при зсуві.
- Лекція 7. Основні типи опор і балок. Чистий і поперечний згин. Внутрішні зусилля при згині. Диференціальні залежності. Побудова епюр поперечних сил і згинальних моментів.
- Лекція 8. Нормальні та дотичні напруження при згині. Основні припущення. Залежність між згинаючим моментом та кривизною осі згнутого бруса. Жорсткість при згині. Напружений стан при згині. Розрахунок при згині на міцність по допустимих напруженнях. Потенційна енергія деформації при згині.
- Лекція 9. Зовнішні сили, що визивають кручення бруса. Кручення прямого бруса круглого поперечного перерізу. Основні припущення. Напруження в поперечних перерізах бруса. Кут закручення. Жорсткість та міцність при крученні. Основні результати теорії кручення брусів прямокутного перерізу. Кручення стержнів, перерізи яких складаються з декількох вузьких прямокутників. Поняття про мембранну аналогію.

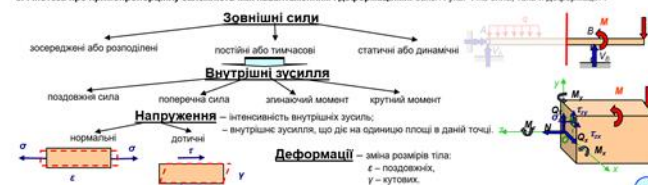
Лекція 2 Тема: ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ТІЛА В ТОЧЦІ

- Загальні відомості про напружений і деформований стани в точці. Тензор напружень.
- Закон парності дотичних напружень.
- Напруження на похилих площадках.
- Головні нормальні напруження та максимальні дотичні напруження.
- Головні деформації.



Основні гіпотези:

- Гіпотеза про суцільність матеріалу. Передбачається, що матеріал суцільно заповнює форму тіла (атомістична теорія дискретної побудови речовини до уваги не береться).
- Гіпотеза про однорідність та ізотропність. Передбачається, що властивості матеріалу по всьому його об'єму і в любому напрямку будуть однакові, тобто ізотропні.
- Гіпотеза про незначні деформації. Передбачається, що деформації в тілі досить малі порівняно з його розмірами.
- Гіпотеза про ідеальну пружність матеріалу. Передбачається, що під дією навантаження в тілі виникають пружні деформації, тобто такі, що повністю зникають після зняття навантаження.
- Гіпотеза про пропорційну залежність між навантаженнями і деформаціями. Закон Гука: "Яка сила, така й деформація".



30