

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова

Кафедра теоретичної фізики та астрономії



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

О.В.Запорожченко

2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕХАНІКА СУЦІЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти перший (освітньо-професійний) рівень –бакалавр

Галузь знань 10 – природничі науки

(шифр і назва)

Спеціальність 104 - фізика та астрономія

(шифр і назва)

Освітня програма фізика та астрономія

Вид дисципліни вибіркова

Факультет математики, фізики, та інформаційних технологій

(назва факультету)

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою Радою факультету математики, фізики та інформаційних технологій «3» вересня 2020 року, Протокол №1

Розробники програми:

кандидат фізико-математичних наук, доцент Сушко М.Я.

Навчальна програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної фізики та астрономії, Протокол № 1 від “31” серпня 2020 року

Завідувач кафедри

(підпис)

Адамян В. М.

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено навчально-методичною комісією (НМК) ФМФІТ:

Протокол № 1 від “ 3 ” вересня _____ 2020 року

Голова НМК

(підпис)

Ніцук Ю.А.

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Механіка суцільних середовищ» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (освітньо-професійного) рівня вищої освіти (бакалавр). Галузь знань: 10 – «Природничі науки». Спеціальність: 104 – «Фізика та астрономія». Освітньо-професійна програма: «Фізика та астрономія».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є підготовка фахівців, здатних розв'язувати спеціалізовані складні задачі і практичні проблеми, пов'язані з дослідженням фізичних об'єктів і систем, процесів і явищ та їх технічними застосуваннями у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що характеризуються комплексністю і невизначеністю умов та передбачають застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є формування у студентів наступної системи компетентностей, що включають знання, розуміння, уміння та навички фізико-математичного моделювання й кількісного аналізу фізичних процесів у макроскопічних системах з використанням методів класичної теорії поля, теорії пружності та гідродинаміки:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, ЗК02.
- Здатність бути критичним і самокритичним, ЗК04.
- Здатність приймати обґрунтовані рішення, ЗК05.
- Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт, ЗК08.

Спеціальні (фахові) компетентності:

- Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії, СК16.
- Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів, СК18.
- Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси, СК21.
- Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту, СК22.
- Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації, СК24.
- Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей, СК25.
- Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю, СК26.
- Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень, СК27.
- Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту, СК29.

1.3. Кількість кредитів 7

1.4. Загальна кількість годин 210

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Обов'язкова/ <u>за вибором</u>
Денна форма навчання
Рік підготовки
3-й, 5 і 6 семестри
Лекції
60 год.
Практичні/семінарські
46 год
Лабораторні
.
Самостійна робота
104 год.
У тому числі індивідуальні заняття
11 год

1.6. Заплановані результати навчання:

Згідно з освітньо-професійною програмою «Фізика та астрономія» спеціальності 104 – «Фізика та астрономія» студенти можуть досягти наступних результатів навчання:

- Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.
- Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії.
- Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.
- Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.
- Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітньої траєкторії та професійного розвитку.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

3 рік, 5 семестр

Розділ 1. Основні поняття та величини механіки суцільних середовищ

Тема 1. Предмет механіки суцільних середовищ. Предмет і структура курсу. Задачі механіки суцільних середовищ. Основні положення моделі суцільного середовища: гіпотеза суцільності, гіпотеза локальної термодинамічної рівноваги, рух тіл як деформація суцільного середовища.

Тема 2. Математичний апарат механіки суцільних середовищ. Вектори і тензори. Ознака тензорності величини. Коваріантні, контраваріантні та фізичні компоненти. Закони перетворення. Метричний тензор.

Тензори другого порядку. Симетричні тензори другого рангу. Зведення до діагонального вигляду. Характеристичне рівняння, головні значення і головні осі тензора. Антисиметричні тензори другого рангу. Відповідні аксіальні вектори.

Абсолютні диференціали векторів, їх контраваріантні та коваріантні компоненти. Символи Кристоффеля першого і другого родів, зв'язок між ними та їх зв'язок із метричним тензором.

Коваріантна похідна від скалярної функції. Градієнт скалярної функції. Фізичні компоненти градієнта. Коваріантні похідні векторів. Диференціальні операції в криволінійних системах координат: градієнт, дивергенція, ротор, оператор Лапласа. Коваріантне диференціювання.

Тема 3. Кінематичні характеристики суцільних середовищ. Підходи Лагранжа та Ейлера до опису руху суцільних середовищ. Матеріальні та просторі координати.

Відносне переміщення частинок деформованого суцільного середовища. Тензори скінченних деформацій Гріна та Альмансі. Лагранжеві та ейлерові тензори (нескінченно) малих деформацій. Геометричний зміст їх діагональних компонент, шпурів, і недиагональних компонент. Лагранжів та ейлерів вектори лінійного повороту.

Диференціювання величин за часом у підходах Лагранжа та Ейлера. Матеріальна (субстанціональна) похідна, локальна і конвективна швидкості зміни величини.

Тензор швидкостей деформації, фізичний зміст його діагональних компонент, недиагональних компонент та шпуру. Тензор завихреності (вихору), зв'язок його компонент із векторами завихреності та вихору швидкості. Розподіл швидкостей у суцільному середовищі. Теорема Гельмгольца.

Матеріальні похідні від елемента об'єму та від інтеграла по об'єму. Диференціювання за часом інтеграла по об'єму, що залежить від часу.

Тема 4. Динамічні характеристики суцільних середовищ. Сили в механіці суцільних середовищ. Масові (об'ємні) та поверхневі сили. Принцип напружень Коші і вектор напруження. Тензор напружень, фізичний зміст його компонент, нормальні напруження на напруження зсуву (дотичні).

Умови рівноваги для довільного об'єму суцільного середовища. Рівновага сил і зв'язок компонент тензора напружень з компонентами вектора напружень. Рівновага сил і моментів і симетричність тензора напружень.

Розділ 2. Загальні закони руху та основні моделі суцільних середовищ

Тема 5. Закони руху суцільних середовищ. Закон збереження маси та рівняння неперервності. Випадок нестисливого середовища. Багатокomпонентні суміш. Закон зміни кількості руху та закон руху (другий закон Ньютона). Закони зміни кінетичної енергії та механічної енергії для суцільного середовища. Основні положення та закони термодинаміки. Узагальнення законів руху на випадок термомеханічного середовища, закон зміни внутрішньої енергії такого середовища.

Тема 6. Модель ідеальних рідин (газів). Поняття ідеальної рідини (газу): нормальні сили і тиск, структура тензора напружень, умови адиабатичності та ізоентропічності, рівняння неперервності і рівняння Ейлера. Крайові умови для ідеальної рідини. Випадок рівноважних рідини і газу: гідростатичний тиск і закон Архімеда, барометрична формула.

Тема 7. Лінійна теорія пружності. Узагальнений закон Гука. Основні рівняння лінійної теорії пружності. Тензор пружних сталих. Випадок однорідного ізотропного середовища: відшукання пружних сталих, явний вигляд тензора напружень, коефіцієнти Ламе, вільна енергія деформації, модулі всебічного стиснення і зсуву. Крайові умови для задач пружності.

Рівновага ізотропних тіл. Простий розтяг стержня. Основні рівняння, крайові умови. Значення компонент тензорів напружень і деформації, коефіцієнт розтягу, модуль Юнга, коефіцієнт Пуассона, відносна зміна об'єму стержня при деформації. Одностороннє стиснення.

Тема 8. Модель в'язких рідин (газів). Стоксівські та ньютонівські рідини. Тензор в'язких напружень для ньютонівських рідин, коефіцієнти в'язкості, коефіцієнти зсувної та об'ємної в'язкостей. Рівняння Нав'є – Стокса (– Дюгема). Випадок нестисливої в'язкої рідини, коефіцієнт кінематичної в'язкості. Крайові умови для в'язкої рідини на твердій

поверхні, на граничній поверхні з другою рідиною (газом) і на вільній поверхні. Дисипація енергії в ньютонівських рідинах.

Рівняння гідродинаміки для рідких сумішей.

Тема 9. Звукові хвилі у суцільних середовищах. Пружні хвилі в ізотропному середовищі: рівняння руху середовища, рівняння коливань для поперечних і поздовжніх хвиль, поздовжня і поперечна швидкості звуку.

Звукові хвилі у в'язких ньютонівських рідинах (газах). Затухання поперечних збурень (в'язких зсувних хвиль). Поздовжні хвилі, їх дисперсія, швидкість поширення і коефіцієнт поглинання.

3 рік, 6 семестр

Розділ 3. Гідромеханіка ідеальних рідин і газів

Тема 10. Стаціонарний рух ідеальної рідини. Стаціонарні течії, лінії течії, інтеграл Бернуллі та його застосування: стаціонарний рух нестисливої ідеальної рідини вдовж труби із змінною площею перерізу, стаціонарна течія ідеального стисливого газу.

Тема 11. Потенціальні течії ідеальної рідини. Циркуляція швидкості, теорема Томсона для ізоентропійних рухів. Потенціальні течії, потенціал швидкості, інтеграл Коші. Рух сфери в нестисливій необмеженій рідині. Парадокс Д'Аламбера. Випадок руху сфери зі змінною швидкістю, сила реакції рідини (газу).

Стаціонарне обтікання нескінченного кругового циліндра нестисливою ідеальною рідиною. Поверхнева циркуляція швидкості, підймальна сила Жуковського. Ефект Магнуса.

Тема 12. Двовимірні потенціальні течії. Метод комплексних потенціалів. Плоске потенціальне обтікання нестисливою ідеальною рідиною. Функція течії. Комплексний потенціал. Точкові джерела і вихори. Відновлення потенціалу швидкості, функції течії, поля швидкості та ліній течії з комплексного потенціалу. Комплексний потенціал обтікання кругового циліндра. Конформні перетворення, їх застосування до крайових задач гідродинаміки.

Задача про обтікання крила літака та інших профілів плоскопаралельним нестисливим потоком.

Тема 13. Ударні хвилі. Дозвукові та надзвукові потоки газу, число Маха. Особливості поширення звуку в надзвукових потоках. Поверхні розриву, крайові умови для потоків речовини, імпульсу та енергії. Тангенціальні розриви та ударні хвилі. Стрибки тиску, густини, швидкості та ентальпії в ударній хвилі. Адіабата Гюгонію. Ударні хвилі в ідеальному газі.

Тема 14. Магнітна гідродинаміка електропровідної ідеальної рідини. Побудова рівнянь руху ідеальної рідини з високою електропровідністю. Поведінка силових ліній магнітного поля. Хвилі Альфвена в нестисливій рідині: збурення магнітного поля і поля швидкості, їх швидкість поширення та поляризації, збурення тиску.

Розділ 4. Гідродинаміка в'язких рідин і газів

Тема 15. Одновимірні течії нестисливої в'язкої рідини. Неусталені гідродинамічні поля, раптово збурені: плоскопаралельним рухом однієї твердої поверхні відносно другої; обертанням навколо власної осі довгої циліндричної труби; різницею тисків між кінцями довгої труби. Граничні випадки усталених потоків Куетта та Пуазейля. Стаціонарний рух рідини між двома циліндрами, що обертаються.

Тема 16. Стаціонарні течії при малих числах Рейнольдса. Елементи теорії подібності. Рівняння Нав'є – Стокса в безрозмірному вигляді. Число Рейнольдса.

Задача про обтікання твердої кулі стаціонарним потоком нестисливої в'язкої рідини: крайова задача для функції течії, поля швидкості та тиску, сила Стокса. Метод Ландау для розв'язання задачі в термінах швидкості. Задача Рибчинського–Адамара про обтікання рідкої краплі.

Рух рідини між двома сферичними поверхнями, що обертаються: поля швидкості та тиску, граничні випадки, момент Стокса.

Обтікання кулі потоком рідини зі сталим градієнтом швидкості. Ефективна в'язкість суспензії.

Тема 17. Ламінарні та турбулентні течії. Стійкість стаціонарного руху нестисливої в'язкої рідини. Ламінарний пограничний шар: рівняння Прандтля та його розв'язок для пограничного шару напівнескінченної площини, товщина шару. Турбулентність, її основні особливості. Турбулентний пограничний шар: логарифмічний профіль швидкості, товщина шару. Особливості ламінарного та турбулентного режимів течії рідини в трубах.

Тема 18. Теплопровідність і дифузія у в'язких рідинах і сумішах. Рівняння переносу тепла у в'язкій рідині, крайові умови. Нагрівання рідини при стоксівському обтіканні кулі. Дифузія і термодифузія.

3. Структура навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин					
	Усього	Лек.	Пр.	Лаб.	Інд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Основні поняття та величини механіки суцільних середовищ						
Тема 1. Предмет механіки суцільного середовища	8	2	0	0	0	6
Тема 2. Математичний апарат механіки суцільного середовищ	12	0	0	0	0	12
Тема 3. Кінематичні характеристики суцільних середовищ	10	6	4	0	0	0
Тема 4. Динамічні характеристики суцільних середовищ	12	4	0	0	0	8
Розділ 2. Загальні закони руху та основні моделі суцільних середовищ						
Тема 5. Закони руху суцільних середовищ	11	5	2	0	0	4
Тема 6. Модель ідеальних рідин (газів)	4	2	2	0	0	0
Тема 7. Лінійна теорія пружності	12	4	2	0	0	6
Тема 8. Модель в'язких рідин (газів)	15	5	4	0	0	6
Тема 9. Звукові хвилі у суцільних середовищах	6	2	2			2
Розділ 3. Гідромеханіка ідеальних рідин і газів						
Тема 10. Стаціонарний рух ідеальної рідини	10	2	0	0	0	8
Тема 11. Потенціальні течії ідеальної рідини.	12	4	2	0	0	6

Тема 12. Двовимірні потенціальні течії. Метод комплексних потенціалів.	16	4	4	0	0	8
Тема 13. Ударні хвилі.	10	2	2	0	0	6
Тема 14. Магнітна гідродинаміка електропровідної ідеальної рідини.	10	2	2	0	0	6
Розділ 4. Гідродинаміка в'язких рідин і газів						
Тема 15. Одновимірні течії нестисливої в'язкої рідини	14	2	6	0	0	6
Тема 16. Стаціонарні течії при малих числах Рейнольдса	22	6	10	0	0	6
Тема 17. Ламінарні та турбулентні течії	14	4	2	0	0	8
Тема 18. Теплопровідність і дифузія у в'язких рідинах і сумішах	12	4	2	0	0	6
Усього годин	210	60	46	0	0	104

4. Темі практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1	Тензор деформацій у циліндричній і сферичній системах координат.	4
2	Рівняння неперервності для суміші.	2
3	Гідростатичний тиск. Барометрична формула. Закон Архімеда.	2
4	Однорідні деформації стержня: простий розтяг, одностороннє стиснення. Модуль Юнга, коефіцієнт Пуассона, відносна зміна об'єму.	2
5	Тензор напружень в'язкої рідини у циліндричній і сферичній системах координат.	4
6	Поздовжні та поперечні звукові хвилі у в'язких ньютонівських рідинах.	2
7	Сила реакції з боку ідеальної рідини на сферу, що рухається зі змінною швидкістю.	2
8	Відновлення потенціалу швидкості, функції течії, поля швидкості та ліній течії за заданим комплексним потенціалом.	2
9	Поле обтікання нескінченної пластинки при ненульовому куті атаки. Підймальна сила, що діє на пластинку.	2
10	Ударні хвилі в ідеальному газі.	2
11	Хвилі Альфвена в нестисливій ідеальній рідині з високою електропровідністю.	2
12	Неусталений рух нестисливої в'язкої рідини всередині довгої циліндричної труби, що раптово приводиться в обертання навколо власної осі.	2
13	Неусталений рух нестисливої в'язкої рідини, раптово збурений різницею тисків між кінцями довгої труби.	2

14	Стационарний рух нестисливої в'язкої рідини між двома циліндрами, що обертаються.	2
15	Обтікання твердої кулі стаціонарним потоком нестисливої в'язкої рідини та сила Стокса. Метод крайової задачі для функції течії.	4
16	Обтікання твердої кулі стаціонарним потоком нестисливої в'язкої рідини та сила Стокса. Метод Ландау розв'язання задачі в термінах швидкості.	4
17	Рух рідини між двома сферичними поверхнями, що обертаються: поля швидкості та тиску. Граничні випадки, момент Стокса.	2
18	Модель Прандтля пограничного шару.	2
19	Нагрівання рідини при стоксівському обтіканні кулі.	2
	РАЗОМ	46

5. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені навчальним планом

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми/ види завдань	Кількість годин
1	Етапи становлення та основні задачі механіки суцільних середовищ.	6
2	Вектори і тензори. Ознака тензорності величини. Коваріантні, контраваріантні та фізичні компоненти. Закони перетворення. Метричний тензор.	4
3	Симетричні тензори другого рангу. Зведення до діагонального вигляду. Характеристичне рівняння, головні значення і головні осі тензора. Антисиметричні тензори другого рангу. Відповідні аксіальні вектори.	4
4	Диференціальні операції в криволінійних системах координат: градієнт, дивергенція, ротор, оператор Лапласа. Коваріантне диференціювання.	4
5	Теорема Остроградського – Гаусса для тензорних полів.	2
6	Конвекційна частина матеріальної похідної в криволінійних координатах.	6
7	Основні положення та закони термодинаміки.	4
8	Тензор модулів пружності та макроскопічна симетрія кристалів.	6
9	Структура тензора напружень нематичних рідких кристалів.	6
10	Поширення звуку у сильнов'язких рідинах.	2
11	Одновимірний рух стисливого газу. Протікання газу через сопло.	8
12	Поліноми Лежандра: диференціальне рівняння, розклади у степеневі ряди, нулі, асимптотики, ортогональність, умова нормування, ортонормованість, повнота. Рекурентні співвідношення та обчислення інтегралів з ними.	6
13	Аналітичні функції. Аналітичне продовження. Конформні перетворення, їх основні властивості, застосування для розв'язання плоских крайових задач електростатики і гідродинаміки.	8

14	Повільне горіння і детонація газу.	6
15	Магнітна гідродинаміка в'язких рідин.	6
16	Функції Бесселя і Неймана: диференціальне рівняння, розклади у степеневі ряди, нулі, асимптотики, ортогональність, умова нормування, ортонормованість, повнота. Рекурентні співвідношення та обчислення інтегралів з ними.	6
17	Рух краплі в рідині. Задача Рибчинського – Адамара.	6
18	Точні розв'язки рівнянь руху в'язкої рідини.	8
19	Конвективний теплообмін.	6
	Разом	104

7. Темі індивідуальних занять

1. Контраваріантні, коваріантні та фізичні компоненти векторів і тензорів.
2. Тензор деформації в криволінійних координатах.
3. Тензор напружень в криволінійних координатах.
4. Рівняння руху суцільних середовищ в криволінійних координатах.
5. Неньютонівські рідини.
6. Гравітаційні хвилі.
7. Характер обтікання при помірних і великих значеннях числа Рейнольдса.
8. Кавітація.
9. Детонаційні хвилі.
10. Дивний атрактор.
11. Гідродинаміка надплинної рідини. Поширення звуку в надплинній рідині.

8. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються наступні форми навчального заняття: лекції, практичні заняття, самостійна робота та індивідуальні заняття. Під час проведення лекцій застосовуються пояснювально-ілюстративний, евристичний, репродуктивний методи навчання та метод проблемного викладення. Під час практичних занять використовуються репродуктивний та частково-пошуковий методи навчання. Під час самостійної роботи використовується дослідницький метод навчання. Індивідуальні заняття проводяться з окремими студентами з метою підвищення рівня їх підготовки та розкриття потенційних творчих здібностей.

9. Методи контролю

Поточне опитування, перевірка домашніх завдань, перевірка самостійної роботи, обговорення тем індивідуальних занять, підсумкові залікові та екзаменаційні роботи.

Підсумкові бали для оцінки знань студентів за розділ розраховуються таким чином:

№	Вид роботи	Форма контролю	Максимальне число балів
1.	Відвідування занять	Конспект	1
2	Аудиторна активність студента		1
2	Виконання класних і домашніх завдань, самостійної роботи	Письмові розв'язки, письмові та усні відповіді	4
3	Сума		6

10. Схема нарахування балів

V семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання			Підсумкова контрольна робота (залік)	Підсумковий бал**
Розділ 1*	Розділ 2	Індивідуальні заняття		
40	55	5	100	100

* Обчислюється як процент набраних за розділ балів від загальної кількості можливих балів за семестр.

** Обчислюється як середнє від двох балів: балу поточного контролю за активністю студента (включаючи самостійну роботу та індивідуальні завдання) та балу за підсумкову контрольну роботу.

VI семестр

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання			Підсумкова контрольна робота (екзамен)	Підсумковий бал**
Розділ 3*	Розділ 4	Індивідуальні заняття		
40	54	6	100	100

* Обчислюється як процент набраних за розділ балів від загальної кількості можливих балів за семестр.

** Обчислюється як середнє від двох балів: балу поточного контролю за активністю студента (включаючи самостійну роботу та індивідуальні завдання) та балу за підсумкову контрольну роботу.

9. Критерії оцінювання навчальних досягнень

Підсумковий семестровий контроль (залік, екзамен) проводиться в письмовій формі у вигляді письмової контрольної роботи, що оцінюється за 100-бальною шкалою. Вона складається з таких чотирьох розділів, що оцінюються наступним чином:

А. Математичні означення та базові співвідношення. Тестові запитання (загальною кількістю до 10) з наведеними відповідями у вигляді певних формул, одна з яких правильна. Оцінювання відповіді на кожне запитання:

- правильна відповідь – 2 бали, неправильна відповідь – 0 балів.

В. Аналіз правильності тверджень Тестові запитання (загальною кількістю до 12) з наведеними відповідями у вигляді певних тверджень, одне з яких правильне. Оцінювання відповіді на кожне запитання:

- правильна відповідь – 3 бали, неправильна відповідь – 0 балів.

С. Формулювання законів, означень, понять. Короткі теоретичні питання (загальною кількістю до 8), на які треба дати власні відповіді. Оцінювання відповіді на кожне питання:

- повна розгорнута відповідь – 4 бали;
- повна розгорнута відповідь, що містить неточності чи суперечності, або повна, але не розгорнута відповідь – 3 бали;
- повна розгорнута відповідь, що містить помилку, або повна, але не розгорнута відповідь, що містить неточності чи суперечності, або неповна відповідь – 2 бали

- повна розгорнута відповідь, що містить дві помилки, або повна, але не розгорнута відповідь, що містить помилку, або неповна відповідь, що містить помилку, неточності чи суперечності – 1 бал
- повна розгорнута відповідь, що містить три і більше помилок, або повна, але не розгорнута відповідь, що містить дві і більше помилок, або неповна відповідь, що містить дві і більше помилок, або відсутність відповіді – 0 балів.

D. Практичне завдання. Задача середнього рівня складності або теоретичне питання, що передбачає поглиблений модельний аналіз. Оцінювання відповіді на задачу:

- повний розв'язок з усіма поясненнями – 20 балів;
- повний розв'язок з усіма поясненнями, що містить незначну неточність – 19 балів;
- повний розв'язок з усіма поясненнями, що містить дрібну обчислювальну помилку, або повний розв'язок, де окремі пояснення відсутні чи містять неточності – 18 балів;
- повний розв'язок з усіма поясненнями, що містить помилку, або повний розв'язок, де відсутні пояснення, або неповний розв'язок – 16 балів;
- повний розв'язок з двома помилками, або неповний розв'язок з помилкою – 14 балів;
- за кожен наступну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- при наявності правильного пояснення ходу розв'язання, правильних вихідних співвідношень та часткових обчислень – 12 балів;
- за відсутність одного з цих пунктів, або за кожен наступну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- відповідь, що є повістю помилковою, або за відсутність відповіді – 0 балів.

Кількість балів, що студент отримав за письмову контрольну роботу, є сумою балів, що були отримані за кожне завдання з екзаменаційного білету.

Кінцева оцінка виставляється за середнім значенням від суми балів поточного та підсумкового контролю за шкалою, що наведена нижче.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка		
	За шкалою ЄКТС	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно	не зараховано
1-34	F		

10. Рекомендована література

Перелік навчально-методичної літератури

Основна література

1. Борисенко А. И., Тарапов И. Е. Векторный анализ и начала тензорного исчисления. М.: Высшая школа, 1966. – 252 с.
2. Бетчелор Дж. Введение в механику жидкости. – М.: Мир, 1973. – 758 с.
3. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т.VI. Гидродинамика. М.: Наука, 1986. – 736 с.
4. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т.VII. Теория упругости. М.: Наука, 1987. – 248 с.
5. Лойцянский И.С. Механика жидкости и газа. – М., Наука, 1973. – 839 с.
6. Мэйз Дж. Теория и задачи механики сплошных сред. М.: Мир, 1974. – 319 с.
7. Седов Л. И. Механика сплошной среды. Т.1. М.: Наука, 1970. – 492 с; Т.2. М.: Наука, 1970. – 568 с.
8. Тарапов Е. И. Механика сплошной среды. Ч.2. Общие законы кинематики и динамики. Харьков: Золотые страницы, 2002. – 515 с.
9. Механика сплошных сред в задачах. Под ред. Эглит М. Э. Т.1. Теория и задачи. М.: Московский лицей, 1996. – 396 с.; Т.2. Ответы и решения. М.: Московский лицей, 1996. – 394 с.

Додаткова література

10. Затовский А. В. Граничные задачи гидродинамики. Методические указания. Олесса: ОГУ, 1990. – 40 с.
11. Зоммерфельд А. Механика деформируемых сред. М.: Изд-во ИЛ, 1954. – 485 с.
12. Ильюшин А. А. Механика сплошной среды. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 312 с.
13. Ильюшин А. А., Ломакин В. А., Шмаков А. П. Задачи и упражнения по механике сплошной среды. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973. – 164 с.
14. Кильчевский Н. А. Курс теоретической механики. Том 1. Кинематика, статика, динамика точки. М.: Наука, 1977. – 480 с.
15. Кильчевский Н. А. Элементы тензорного исчисления и его приложения к механике. М.: ГИТТЛ, 1954. – 168 с.
16. Краснобаев К. В. Лекции по основам механики сплошной среды. М.: Физматлит, 2005. – 108 с.
17. Мак-Коннел А. Дж. Введение в тензорный анализ. С приложениями к геометрии, механике и физике. М.: ГИФМЛ, 1963. – 412 с.
18. Сокольников С. И. Тензорный анализ. Теория и применения в геометрии и в механике сплошных сред. М.: Наука, 1971. – 376 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Офіційний сайт кафедри теоретичної фізики: <http://theorphys.onu.edu.ua/ru/main.php>.
2. Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/>
3. Archiv: <http://arxiv.org>