

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Факультет математики, фізики та інформаційних технологій
Кафедра фізики та астрономії

Силабус навчальної дисципліни
ВБ 5.2 «Механіка суцільних середовищ»

| | |
|-----------------|--|
| Обсяг | 7 кредитів, 210 год. |
| Семестр, рік | 5-й і 6-й семестри, 3-й рік навчання |
| Дні, час, місце | Четвер, 11:20, ауд. 30 (у дні за розкладом) |
| Викладач | Сушко Мирослав Ярославович, к.ф.м.н., доцент |
| E-mail | mrs@onu.edu.ua |
| Робоче місце | Кафедра фізики та астрономії |
| Консультації | Середа, 11:20-13:20. Очні в ауд. 30 або онлайн за лінком https://meet.google.com/vmn-qdio-ymg (згідно з режимом занять) |

КОМУНІКАЦІЯ

Комунікація зі студентами: електронною поштою mrs@onu.edu.ua або очно в аудиторії за розкладом.

АНОТАЦІЯ КУРСУ

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Механіка суцільних середовищ» є кількісний аналіз механічного руху і теплових процесів у газах, рідинах і деформованих твердих тілах шляхом фізико-математичного моделювання цих систем як набору певних полів і використання методів класичної теорії поля для вивчення еволюції останніх.

Передумовами для вивчення дисципліни є знання, уміння й навички, що здобуваються в курсах «Основи векторного та тензорного аналізу» (властивості векторів і тензорів, формули векторного аналізу, коваріантне диференціювання, диференціальні операції в криволінійних координатах, фізичні компоненти векторів і тензорів, інтегральні теореми для векторних і тензорних полів), «Диференціальні та інтегральні рівняння» (методи розв'язування звичайних диференціальних рівнянь), «Механіка» (рівняння руху матеріальної точки і систем точок, механіка рідин, газів і пружних тіл), «Молекулярна фізика» (закони термодинаміки, властивості газів, рідин і кристалів, процеси переносу), «Методи математичної фізики» (методи розв'язування задач Коші для лінійних диференціальних рівнянь у частинних похідних).

Знання, уміння і навички, здобуті в результаті вивчення дисципліни «Механіка суцільних середовищ», є необхідними для подальшого вивчення в рамках низки спеціальних дисциплін за вибором студента: «Фізична кінетика», «Теоретична астрофізика і магнітна гідродинаміка», «Фізика тепломасообміну», «Фізика горіння», «Фізика аерозолів».

Метою викладання навчальної дисципліни є підготовка фахівців, здатних розв'язувати складні спеціалізовані 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 макроскопічних теорій і методів фізики та/або астрономії.

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:

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K04. Здатність бути критичним і самокритичним.

K05. Здатність приймати обґрунтовані рішення,

K08. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Спеціальні (фахові) компетентності:

K16. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

K18. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

K21. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

K24. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

K25. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

K26. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

K29. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та неформальну освіту.

Очікувані результати

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен **знати**: основні кінематичні і динамічні характеристики суцільних середовищ; загальні рівняння руху термомеханічних середовищ; правила побудови і явний вигляд тензорів напружень, відповідних рівнянь руху і крайових умов для рівноважних, ідеальних і ньютонівських рідин (газів); те саме для пружних середовищ; методи аналізу і результати для різних течій газів і рідин, деформацій пружного середовища та хвильових процесів в рідинах і пружних середовищах; властивості пограничного шару; моделі теплопровідності і дифузії у в'язких рідинах і рідких сумішах.

Вміти: використовувати фізичні аргументи і принципи симетрії для побудови тензора напружень конкретного середовища; деталізувати загальні рівняння руху для заданого тензора напружень і записувати їх у різних системах координат; уводити й аргументувати додаткові співвідношення і наближення для побудови замкнених систем рівнянь руху суцільного середовища; ставити, розв'язувати та узагальнювати найпростіші задачі лінійної теорії пружності і гідромеханіки рідин (газів).

У підсумку здобувач повинен **досягнути такі програмні результати:**

ПРО1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії.

ПРО8. 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.

ОПИС КУРСУ

Форми і методи навчання

Курс буде викладений у формі лекцій (60 год.) і практичних (44 год.), організації самостійної роботи студентів (106 год.).

При викладанні дисципліни використовуються словесні інтерактивні та наочні методи навчання. Головними словесними методами навчання є лекції і практичні заняття. Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод; метод проблемного викладу; частково-пошуковий або евристичний метод. Під час практичних занять використовуються наступні методи навчання: частково-пошуковий, або евристичний метод; дискусійний метод; дослідницький метод. Під час самостійної роботи використовується дослідницький метод.

Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні поняття та величини механіки суцільних середовищ

Тема 1. Предмет механіки суцільних середовищ.

Тема 2. Кінематичні характеристики суцільних середовищ.

Тема 3. Динамічні характеристики суцільних середовищ.

Змістовий модуль 2. Загальні закони руху та основні моделі суцільних середовищ

Тема 4. Закони руху суцільних середовищ.

Тема 5. Модель ідеальних рідин (газів).

Тема 6. Лінійна теорія пружності.

Тема 7. Модель в'язких рідин (газів).

Змістовий модуль 3. Найпростіші задачі механіки суцільних середовищ

Тема 8. Стаціонарний рух ідеальної рідини (газу).

Тема 9. Одновимірні течії нестисливої в'язкої рідини.

Тема 10. Звукові хвилі у суцільних середовищах.

Змістовий модуль 4. Гідромеханіка ідеальних рідин і газів

Тема 11. Потенціальні течії ідеальної рідини.

Тема 12. Двовимірні потенціальні течії. Метод комплексних потенціалів.

Тема 13. Ударні хвилі.

Тема 14. Магнітна гідродинаміка електропровідної ідеальної рідини.

Змістовий модуль 5. Гідродинаміка в'язких рідин і газів

Тема 15. Стаціонарні течії при малих числах Рейнольдса.

Тема 16. Пограничний шар.

Тема 17. Теплопровідність і дифузія у в'язких рідинах і рідких сумішах.

Рекомендована література

Основна

1. Batchelor, G. K. An introduction to fluid dynamics. – Cambridge: Cambridge University Press, 2000. – 658 p.
2. Landau, L. D., Lifshitz, E. M. Fluid mechanics. – Oxford: Elsevier, 1987. – 539 p.
3. Landau, L. D., Lifshitz, E. M. Theory of elasticity. – Oxford: Elsevier, 2005. – 187 p.
4. Mase, G. T., Smelser, R. E., Mase, G. E. Continuum Mechanics for Engineers. Boca Raton: CRC Press, 2010. – 370 p.
5. Затовский А. В. Граничные задачи гидродинамики. Методические указания. – О.: ОГУ, 1990. – 40 с.
6. Тарапов Е. И. Механика сплошной среды. В 3-х ч. Ч.2. Общие законы кинематики и динамики. – Х.: Золотые страницы, 2002. – 515 с.

Додаткова

1. Борисенко А.И., Тарапов И.Е. Механика сплошной среды. В 3-х ч. Ч. 1: Векторный анализ и начала тензорного исчисления. – Х.: Золотые страницы, 2003. – 319 с.
2. Mase, G. E. Continuum Mechanics for Engineers. New York: McGraw Hill, 1970. – 221 p.
3. Карвацький А. Я. Механіка суцільних середовищ [Електронний ресурс]. – К.: КПІ, 2016. – 290 с.
4. Затовський О. В., Олейнік В. П. Лекції з курсу «Класична механіка». Ч. 2. Рух твердого тіла. Основні принципи механіки Гамільтона. Механіка суцільних середовищ. О.: ОНУ, 2006. – 88 с.

3. Електронні інформаційні ресурси

1. <http://phys.onu.edu.ua>
2. <http://theorphys.onu.edu.ua/uk/textbooks>
3. <http://en.wikipedia.org/>
4. <http://arxiv.org/abs/1306.1675>

ОЦІНЮВАННЯ

Навчальна дисципліна «Механіка суцільних середовищ» оцінюється за 100-бальною шкалою. Для виведення підсумкової оцінки використовуються наступні **форми і методи контролю** і розроблені для них алгоритми оцінювання (докладно викладені у робочій програмі дисципліни):

Поточний контроль здійснюється за результатами виконання студентом домашніх завдань, відвідування ним занять і його аудиторної активності. Кожне домашнє завдання включає кілька завдань та/чи запитань з тем(и) практичних занять та/чи самостійної роботи, відповіді на які студент подає у письмовій формі. Відповіді перевіряються і обговорюються з викладачем. Оцінка за виконання завдання визначається повнотою, правильністю і якістю наданих студентом відповідей.

Періодичний контроль здійснюється за результатами виконання студентом письмових контрольних робіт за змістовими модулями. Кожна контрольна складається з 10 теоретичних питань, кожне з яких може включати кілька пов'язаних підпитань, на які треба відповісти у стислій формі. Відповідь на кожне питання оцінюється за десятибальною шкалою. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за кожну контрольну роботу за змістовним модулем, складає 100 балів.

Підсумковий семестровий контроль (іспит) проводиться у вигляді письмової контрольної роботи, що оцінюється за 100-бальною шкалою. Вона складається з чотирьох розділів:

А. Математичні означення та базові співвідношення. Тестові запитання з наведеними відповідями у вигляді певних формул, одна з яких правильна;

В. Аналіз правильності тверджень. Тестові запитання з наведеними відповідями у вигляді певних тверджень, одне з яких правильне.

С. Формулювання законів, означень, понять. Короткі теоретичні питання, на які треба дати власні відповіді;

Д. Практичне завдання. Задача середнього рівня складності або теоретичне питання, що передбачає поглиблений модельний аналіз.

Підсумковий бал за кожний змістовний модуль обчислюється за такою схемою: знаходиться відсоток, який загальна сума балів, набраних студентом у ході поточного контролю, складає від максимально можливої за всі теми у цьому модулі; обчислюється відсоток, який загальна сума балів, набраних студентом у ході виконання контрольної роботи за змістовним модулем, складає від максимально можливої; знаходиться середнє значення для цих двох відсотків; від середнього береться певний ваговий відсоток (який чисельно дорівнює максимальній сумі балів за цей змістовий модуль і вказано нижче).

Підсумкова семестрова оцінка визначається за результатами поточного, періодичного і (при наявності) підсумкового контролю за наступними схемами:

5 семестр

| Поточний та періодичний контроль | | | Підсумковий бал* |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| Змістовий модуль 1 | Змістовий модуль 2 | Змістовий модуль 3 | |
| 30 | 40 | 30 | 100 |

* Обчислюється як сума балів поточного та періодичного контролів.

6 семестр

| Поточний та періодичний контроль | | Підсумковий контроль (іспит) | Підсумковий бал** |
|----------------------------------|--------------------|------------------------------|-------------------|
| Змістовий модуль 5 | Змістовий модуль 6 | | |
| 50 | 50 | 100 | 100 |

** Обчислюється як сума балів поточного та періодичного контролів, помножена на коефіцієнт 0,7, та балу за підсумкову контрольну роботу, помноженого на 0,3.

Самостійна робота студентів. Формами самостійної роботи студентів є: підготовка теоретичного матеріалу (лекцій і додаткових тем), самостійне розв'язування задач (за темами практичних занять винесених на самостійне опрацювання). Метою самостійної роботи студента є поглиблене розуміння теоретичного матеріалу і поглиблене оволодіння практичних навичок розв'язування задач. Результати виконання самостійної роботи враховуються у всіх формах контролю.

ПОЛІТИКА КУРСУ

Правила організації освітнього процесу регламентуються Положенням про організацію освітнього процесу в Одеському національному університеті імені І.І.Мечникова

(https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/documents/polozennya/poloz-org-osvit-process_2022.pdf). Зокрема, відвідування занять і своєчасна явка на них є обов'язковими. В окремих випадках навчання може відбуватись онлайн з використанням дистанційних технологій. Терміни виконання завдань з курсу, їх перенесення у разі поважних причин визначаються викладачем. Передача заборгованостей – з дозволу деканату. Користування мобільними засобами зв'язку під час занять і контрольних заходів не дозволяється.

Політика щодо академічної доброчесності всіх учасників освітнього процесу регламентується Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату у освітній та науково-дослідній роботі учасників освітнього процесу та науковців Одеського національного університету імені І.І.Мечникова

(https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/acad_council/polozhennya-antiplagiat-2021.pdf). Для здобувача вищої освіти ці правила передбачають самостійне виконання завдань поточного, періодичного і підсумкового контролів, належне посилення на джерела інформації під час виконання творчих робіт, дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права, надання достовірної інформації про результати власної наукової діяльності. За порушення правил академічної доброчесності учасник освітнього процесу може бути притягнений до академічної відповідальності згідно з цим Положенням.