

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення
спеціальності

від «31» серпня 2020 року

протокол № 1

Голова групи Шакірманова Ж.Р.

УЗГОДЖЕНО

Директор гідрометеорологічного інституту

Овчарук В.А.

УЗГОДЖЕНО

Начальник кафедри військової підготовки ОДЕКУ

Грушевський О.М.

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни

Основи гідромеханіки та гідравліки

(розділ «Основи гідромеханіки»)

(назва навчальної дисципліни)

103, Науки про Землю

(шифр та назва спеціальності)

Гідрометеорологія, Організація метеорологічного та геофізичного

(назва освітньої програми)

забезпечення Збройних Сил України

Бакалавр

(рівень вищої освіти)

очна

(форма навчання)

III

(рік навчання)

5

(семестр навчання)

2,0 кр./60 год.

(кількість кредитів ЄКТС/годин)

залік

(форма контролю)

метеорології та кліматології

(кафедра)

Одеса, 2020 р.

Автори: Серга Е.М., проф. кафедри метеорології та кліматології,
(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

д.геогр.н., доц.

(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри (метеорології та кліматології) від «28» серпня 2020 року, протокол № 1.

Викладачі: Лекційні модулі, практичний модуль, залік – Серга Е.М., проф.. кафедри

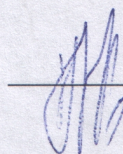
(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

метеорології та кліматології, д.геогр.н., доц.

(вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Рецензент:

Зав. кафедри метеорології
та кліматології



Прокоф'єв О.М.,
(підпис) (прізвище та ініціали)

Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Мета дисципліни «Основи гідромеханіки та гідравліки» – надати майбутнім фахівцям систему знань з фізичних механізмів, які формують різні режими течії рідини та газів, а також практичні навички щодо використання підходів гідромеханіки до розв’язання прикладних задач метеорології, океанології, гідрології та агрометеорології.
Компетентність	K23. Здатність використовувати знання про гідрологічні, атмосферні, гідрохімічні і гідроекологічні процеси та механізми їх утворення за допомогою математичного апарату та експериментальних досліджень.
Результат навчання	ПР231. Вміння описувати різні режими течії рідини, які виникають в атмосфері та гідросфері і фізичні механізми, що призводять до цих течій за допомогою математичного апарату та залученням методів експериментальних досліджень.
Базові знання	1. Базове знання – основні принципи та підходи до побудови фізичної теорії циркуляційних систем в рідині. 2. Базове знання – основні фактори динаміки циркуляційних систем різних масштабів. 3. Базове знання – базові рівняння гідродинаміки, фізичний зміст рівнянь та їх складових, окремих фізичних параметрів.
Базові вміння	1. Базове вміння – використовувати отримані теоретичні знання при аналізі атмосферних та океанічних процесів з єдиних науково-методичних позицій. 2. Базове вміння – використовувати математичний апарат гідромеханіки.
Базові навички	1. Базова навичка – застосовувати низку практичних навичок при реалізації підходів гідромеханіки до розв’язання прикладних задач метеорології, океанології та гідрології
Пов’язані силлабуси	-
Попередня дисципліна	Вища математика, Фізика
Наступна дисципліна	-
Кількість годин	лекції: 15 практичні заняття: 15 лабораторні заняття: - семінарські заняття: - консультації: - самостійна робота студентів: 30

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Лекційні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	Основи гідромеханіки	15	12
	Тема 1. Властивості рідин.	0,5	
	Тема 2. Методи опису руху рідини.	0,5	0,25
	Тема 3. Методи Лагранжа та Ейлера. Градієнт поля скалярної величини. Оператор Гамільтона. Повна та частинна часова похідна та її компоненти.	1	0,25
	Тема 4. Стаціонарні та нестаціонарні рухи. Траєкторія та лінія течії. Трубки течії. Потік вектору швидкості.	1	0,25
	Тема 5. Перша теорема Гельмгольца. Вихор вектора швидкості та кутова швидкість обертання. Потік поля швидкості. Дивергенція поля швидкості.	2	0,5
	Тема 6. Двовимірний рух елементарного об'єму рідини та формула загального розкладання швидкості. Елементи складного руху рідкої частинки.		2
	Тема 7. Функція та потенціал течії. Соленоїдальний та потенціальний рух.	1	0,5
	Тема 8. Циркуляція швидкості. Вихрові лінії, поверхні, трубки. Друга теорема Гельмгольца. Інтенсивність вихрової трубки. Теорема Стокса.	2	1,25
	Тема 9. Закон збереження маси. Рівняння нерозривності.	0,5	0,25
	Тема 10. Закон збереження імпульсу. Тензор напружень. Рівняння динаміки у напруженнях.	2,5	1,0
	Тема 11. Закон збереження енергії. Рівняння балансу внутрішньої енергії.	1,5	0,75
	Тема 12. Рівняння руху ідеальної та в'язкої рідини у формах Ейлера, Громеко-Лемба.	2,5	1,0
	Тема 13. Інтеграли рівняння руху ідеальної рідини.	1,0	0,5
	ПМТКР		2
	ПЗКР	-	1,5
	Разом:	15	12

Консультації: Серга Едуард Миколайович, понеділок, 12.45-16.05 год., ауд. 301

2.2. Практичні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		аудиторні	СРС
ЗМ-ПІ	Закони, умови рівноваги і руху рідин	15	18
	Тема 1. Індивідуальна та локальна похідні.	2	2
	Тема 2. Лінії течії та траєкторії руху.	2	2
	Тема 3. Основні диференціальні характеристики поля швидкості.	2	2
	Тема 4. Потенціальний та соленоїдальний рух рідини	2	3
	Тема 5. Циркуляція швидкості	2	3
	Тема 6. Сили, що діють в рідині. Рівняння руху в'язкої рідини у формі Нав'є-Стокса, Громеко-Лемба.	5	6
Разом:		15	18

Консультації: Прокоф'єв Олег Милославович, понеділок, 12.45-16.05 год., ауд. 301

2.3. Самостійна робота студента та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення (тиждні)
ЗМ-ЛІ	• Підготовка до лекційних занять	8,5	1-13
	• Усне опитування під час лекційних занять (необов'язкове)		1-13
	• Підготовка до модульної тестової контрольної роботи	2	14
	• Модульна тестова контрольна робота		14
ЗМ-ПІ	• Підготовка до усного опитування	12	1-13
	Виконання практичного завдання №1 (обов'язкове)	1	1-13
	Виконання практичного завдання №2 (обов'язкове)	1	
	Виконання практичного завдання №3 (обов'язкове)	1	
	Виконання практичного завдання №4 (обов'язкове)	1	
	Виконання практичного завдання №5 (обов'язкове)	1	
	Виконання практичного завдання №5 (обов'язкове)	2	
	Підготовка до залікової контрольної роботи	1,5	15 тиждень
Разом:		30	

Таблиця нарахування балів за опрацювання лекційних і практичних занять

№	Види завдань	Максимальна кількість балів
ЗМ-Л1	Усне опитування під час лекційних занять (необов'язкове)	5
	Модульна тестова контрольна робота (обов'язкове)	35
ЗМ-П1	Усне опитування під час практичних занять (необов'язкове)	5
	Практичне завдання № 1-5 (обов'язкове)	55 (максимально 11 балів за кожне)
	Практичне завдання № 6 (необов'язкове)	-
Разом		100

Максимальна кількість балів поточного контролю за роботу під час сесії, яку може отримати студент за виконання всіх завдань становить **100 балів**, з них обов'язкових **90 балів**.

1. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л1

Максимальна сума балів за ЗМ-Л1 – 40.

Модуль складається з:

- Оцінки результатів усного опитування під час лекцій (необов'язкове): студент повинен відповісти на дванадцять запитань. Перші два запитання стосуються базових знань та вмінь запитання 3-12 стосуються теми поточної лекції; правильна відповідь на кожне запитання оцінюється в 0,4-0,45 балів. Максимальна сума балів, яку може одержати студент за усне опитування, становить 5 балів. Критерії оцінки відповідей є такими (у відсотках від максимально можливих):

- 1) відповіді є повними та правильними – 100%;
- 2) відповіді є правильними, але не повними – 74%;
- 3) відповіді не завжди є правильними та повними – 60%;
- 4) відповіді не правильні або відсутні – 0%.

- Результатів проведення тестової контрольної роботи КР1 (обов'язкова), яка складається з 12 питань, правильна відповідь на кожне з тестових завдань оцінюється в 2,9 бали, максимальна оцінка за виконання дорівнює 35 балам, використовуються наступні критерії оцінювання: $\geq 60\%$ - зараховано; $< 60\%$ - не зараховано.

2. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-

ПІ.

Контроль засвоювання практичного змістового модуля ЗМ-ПІ здійснюється через виконання практичних завдань за кожною з тем, максимальна кількість балів за виконання практичної частини курсу – 60 балів (Опитування – 5 балів, виконання практичних завдань – 55 балів).

Використовуються наступні критерії оцінювання: $\geq 60\%$ - зараховано; $< 60\%$ - не зараховано.

3. Методика проведення та оцінювання підсумкового заходу.

Контроль поточних знань виконується на базі кредитно-модульної системи організації навчання. Підсумковим контролем рівня знань студентів є залік.

Наприкінці семестру студент отримує інтегральну оцінку з дисципліни за відповідною шкалою. Студент вважається допущеним до підсумкового семестрового контролю (ПСК), якщо він виконав всі види обов'язкових робіт, передбачені силлабусом дисципліни, і набрав за модульною системою суму балів не менше 18 балів з теоретичної частини та 28 балів з практичної частини.

Інтегральна оцінка по дисципліні, яка закінчується заліком розраховується за формулою:

$$B = 0,75 \times OЗ + 0,25 \times OЗКР,$$

де ОЗ - оцінка за змістовними модулями, яка має бути не менше 60% (54 бали),

ОЗКР - оцінка залікової контрольної роботи.

Залікова контрольна робота має один варіант, що складається з 20 питань закритого типу. Максимальна оцінка за виконання залікової контрольної роботи дорівнює 100 балам (100%). Використовуються наступні критерії оцінювання: $B \geq 60\%$ - зараховано; $B < 60\%$ - не зараховано, а ЗКР має бути виконана не менше, ніж на 50%.

3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

3.1. Модуль ЗМ-Л1 «Основи гідромеханіки»

3.1.1. Повчання

Самостійна робота студента денної форми навчання щодо вивчення ЗМ-Л1 передбачає усне опитування під час лекційних занять (необов'язкове) та підготовку до контрольної роботи КР1 (обов'язкова).

Підготовка до усного опитування за темами лекційних модулів дисципліни, що наведені у п. 2.1 передбачає опрацювання лекційного матеріалу, вивчення основного і, за бажанням, додаткового навчально-

методичного забезпечення зі списку літератури, та перевірку знань шляхом виконання студентами контрольної роботи КР1.

Після вивчення змістовного модуля ЗМ-Л1, за допомогою навчально-методичного забезпечення студент має оволодіти такими знаннями:

- - Природні течії рідин і газів – малі відхилення від твердотілого обертання Землі;
- Методи опису руху рідини у формі Лагранжа та Ейлера;
- Зв'язок та фізичне тлумачення повної, частинної похідних по часу та адвективно-конвективної частини повної похідної;
- Лінія течії і траєкторія частинки рідини, їх диференціальні рівняння;
- Перша теорема Гельмгольца (загальні висновки);
- Вихор векторного поля та вихор швидкості;
- Зв'язок векторів кутової швидкості обертання елементарного об'єму рідини і вихору швидкості;
- Фізичне тлумачення компонентів асиметричного та симетричного тензорів в першій теоремі Гельмгольца;
- Основні диференціальні характеристики поля швидкості та їх фізичне тлумачення;
- Соленоїдальний та потенціальний рух рідини;
- Друга теорема Гельмгольца, циркуляція вектору швидкості рідини.
- Принцип відносності, інерціальні та неінерціальні системи відліку, центр інерції;
- Різниця між прискореннями, що спостерігаються в необертовій і обертовій системах відліку;
- Сили інерції та їх прискорення;
- Загальні закони зберігання та їх вираз у геофізичній гідродинаміці;
- Рівняння нерозривності;
- Поняття ідеальної та в'язкої рідини;
- Масові та поверхневі сили, що визначають динаміку об'єктів геофізичної гідродинаміки;
- Рівняння руху рідини у формі Ейлера, Громеко-Лемба та Нав'є-Стокса, їх фізичне тлумачення;
- Внутрішнє тертя (в'язкість); тензор напруження та його основні властивості;
- Математичні вирази закону збереження енергії для ідеальної та в'язкої рідини.

Навчально-методичне забезпечення:

[1] - С.3-29, 30-61, [2] - С.7-15, 16-35.

3.1.2. Питання для самоперевірки

Для перевірки успішності засвоєння матеріалу напередодні виконання контролюючих заходів студенти повинні знайти відповіді на такі питання.

1. Яка величина називається скаляром?
2. Перелічить властивості векторного добутку?
3. Чому дорівнюють скалярні добутки однойменних ортів та різнойменних ортів?
4. Чому дорівнюють векторні добутки однойменних ортів та різнойменних ортів?
5. Чому полягає суть методу Ейлера?
6. Чому полягає суть методу Лангранжа?
7. Чим будуть обумовлені зміни величини f у рухомої частинки, якщо локальна похідна $\frac{\partial f}{\partial t}$ дорівнює нулю .
8. Який зв'язок між методом Лагранжа та індивідуальною похідної ?
9. Який зв'язок між методом Ейлера та локальною похідної ?
10. Чому дорівнюватиме індивідуальна похідна в нерухомій частинці?
11. Дайте визначення лінії течії рідкої частинки.
12. Що називається траєкторією рідкої частинки?
13. В чому полягає відмінність ліній течії від траєкторії рідкої частинки?
14. В якому випадку лінії течії співпадають з траєкторіями рідкої частинки?
15. Чи будуть співпадати траєкторії та лінії течії рідкої частинки для поля швидкості , компоненти якого залежать від часу?
16. Дайте визначення плоского руху.
17. Яка величина є основною характеристикою обертального руху?
18. Як пов'язані вектор вихору швидкості та вектор кутової швидкості обертання рідкої частинки?
19. Дайте визначення завихреності.
20. Дате визначення соленоїдального руху.
21. Запишіть умову соленоїдального руху.
22. Який сенс введення функції соленоїдального руху?
23. Як пов'язана функція течії з вектором швидкості рідкої частинки?
24. З якою точністю визначається функція течії?
25. Дайте визначення потенційного руху.
26. Запишіть умову існування потенційного руху.
27. Яка характеристика вводиться для опису потенційного руху?
28. З якою точністю визначається функція течії?
29. Як пов'язані потенціал та функція течії?
30. Дайте визначення еквіпотенціальних ліній та ліній течії.
31. Сформулюйте теорему Стокса для циркуляції швидкості.
32. Сформулюйте теорему Томсона про циркуляцію для поверхні, обмеженої замкнутої кривої.
33. Що таке орієнтація кривої?
34. Дайте визначення циркуляції швидкості.
35. По розподілу швидкості уздовж довільного контуру можна знайти циркуляцію швидкості. Чи можлива зворотна дія?

3.2 Модуль 3М-П1

3.2.1. Повчання

Самостійна робота студента денної форми навчання щодо вивчення 3М-П1 передбачає самостійного виконання практичних завдань з шести тем (завдання з тем №№1-5 – обов'язкові, №6 – необов'язкове):

Тема 1. Елементи векторної алгебри.

Тема 2. Індивідуальна та локальна похідні.

Тема 3. Лінії течії та траєкторії руху.

Тема 4. Потенціальний та соленоїдальний рух рідини.

Тема 5. Циркуляція швидкості.

Тема 6. Сили, що діють в рідині. Рівняння руху в'язкої рідини у формі Нав'є-Стокса, Громеко-Лемба.

Навчально-методичне забезпечення:

[3] - С.11-58, [4] - С.7-45.

Після виконання **3М-П1** студент повинен вміти:

- застосовувати основні положення векторного числення в гідромеханіці;
- розраховувати індивідуальну похідну та її компоненти;
- знаходити рівняння для сімейства траєкторій і ліній течії та траєкторії і лінії течії, що проходить скрізь задану точку простору в даний момент часу;
- розраховувати функцію та потенціал течії.
- визначати основні диференціальні характеристики фізичних полів;
- обчислювати циркуляцію та вихор швидкості.
- зображати стандартну тривимірну декартову систему координат, що пов'язана з обертовою Землею, і вміти працювати з нею;
- розраховувати фіктивні сили та визначати їх напрямки; оцінювати силу баричного градієнта та силу молекулярної в'язкості;

3.2.2. Питання для самоперевірки

1. Чим відрізняються права та лва системи координат?
2. Дайте визначення скалярного добутку?
3. Фізичний сенс локальної похідної.
4. Фізичний сенс конвективної похідної.
5. Фізичний сенс індивідуальної (субстанціональної) похідної.
6. В якому випадку лінії течії співпадають з траєкторіями рідкої частинки?
7. Який фізичний зміст умови соленоїдального руху?
8. Як пов'язаний потенціал швидкості з вектором швидкості рідкої частинки?
9. Як взаємно розташовані потенціальні лінії та лінії течії?
10. Вкажіть фізичне значення вихору швидкості.

4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

4.1. Тестові завдання до модульної контрольної роботи ЗМ-Л1.

Література: [1] - С.3-84, [2] - С.7-35.

1. Дайте визначення градієнта поля скалярної величини φ . ([2], стор. 76-77)
2. Яким чином спрямований градієнт скалярної геофізичної величини відносно ізолінії цієї величини? ([2], стор. 76-77)
3. Градієнт поля скалярної величини φ спрямований у бік зростання чи у бік зменшення цієї величини? ([2], стор. 76-77)
4. Функцією яких аргументів є будь-яка геофізична величина? ([1], стор.)
5. Скільки складових має градієнт векторної величини і яку назву має ця величина? ([1], стор.)

Метод Ейлера і метод Лагранжа

6. Як називається метод опису руху рідини, в якому розглядаються зміни геофізичних характеристик з плином часу в окремих частинках рідини? ([1], стор. 23-26)
7. Охарактеризуйте метод Ейлера та метод Лагранжа. Наведіть відмінності цих двох методів. ([1], стор. 23-26)
8. Як називається метод опису руху рідини, в якому розглядаються зміни геофізичних характеристик з плином часу в рідині у фіксованих точках простору? ([1], стор. 23-26)

Зв'язок індивідуальної та локальної похідних

9. Що характеризує індивідуальна похідна? ([1], стор. 27-28)
10. Що характеризує локальна похідна? ([1], стор. 27-28)
11. Що характеризує горизонтальна адвекція температури? ([1], стор. 27-28)

Траєкторії руху та лінії течії

12. Дайте визначення лінії течії. ([1], стор. 29-30)
13. Дайте визначення траєкторії руху. ([1], стор. 29-30)
14. Наведіть ознаки, якими відрізняються лінія течії та траєкторія руху. ([1], стор. 29-30)

Стаціонарні та нестаціонарні рухи

15. Який процес (рух) називають стаціонарним? ([1], стор. 30)
16. Який процес (рух) називають нестаціонарним? ([1], стор. 30)
17. Як поведуть себе ліній течії та траєкторії руху при стаціонарному (нестаціонарному) процесі? ([1], стор. 30)

Перша теорема Гельмгольца

18. Сформулюйте першу теорему Гельмгольца. ([1], стор. 31)
19. З яких видів переміщення складається переміщення рідкого об'єму? ([1], стор. 31)

20.3 яких видів переміщення складається переміщення квазітвердого об'єму? ([1], стор. 31)

21.Яке з трьох видів переміщення – поступального, обертального і деформаційного – відноситься до переміщення, що є притаманним тільки рідинам? ([1], стор. 31)

Зв'язок вихору швидкості з кутовою швидкістю

22.Яким чином зв'язані вихор швидкості та кутова швидкість? ([1], стор. 33)

23.Що характеризує вихор швидкості? ([1], стор. 33-34, 38-39)

24.Для яких видів руху вихор швидкості, кутова швидкість дорівнюватимуть нулю? ([1], стор. 33-34)

Складові швидкості деформаційного руху, тензор деформації

25.Яку диференціальну характеристику поля швидкості являють собою діагональні члени тензора деформації? ([1], стор. 34-35)

26.Яка диференціальна характеристика поля швидкості є характеристикою обертального руху рідини? ([1], стор. 38-39)

27.Надайте фізичне тлумачення дивергенції швидкості. ([1], стор. 36-38)

28.Наведіть диференціальні характеристики поля швидкості і надайте їм фізичне тлумачення. ([1], стор. 35-43)

29.Розглядається плоский рух елементарного об'єму рідини, який

характеризується $v_x = \frac{D}{2}x$, $v_y = \frac{D}{2}y$, де $D = \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} > 0$. Зробити

побудову і вказати, який вид руху спостерігається і що буде відбуватись при цьому русі з частинкою. ([1], стор. 36-38)

30.Розглядається плоский рух елементарного об'єму рідини, який

характеризується $v_x = \frac{D}{2}x$, $v_y = \frac{D}{2}y$, де $D = \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} < 0$. Зробити

побудову і вказати, який вид руху спостерігається і що буде відбуватись при цьому русі з частинкою. ([1], стор. 36-38)

31.Розглядається плоский рух елементарного об'єму рідини, який

характеризується $v_x = -\frac{C}{2}y$, $v_y = \frac{C}{2}x$, де $C = \frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial v_x}{\partial y} > 0$. Зробити

побудову і вказати, який вид руху спостерігається і що буде відбуватись при цьому русі з частинкою. ([1], стор. 38-39)

32.Розглядається плоский рух елементарного об'єму рідини, який

характеризується $v_x = -\frac{C}{2}y$, $v_y = \frac{C}{2}x$, де $C = \frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial v_x}{\partial y} < 0$. Зробити

побудову і вказати, який вид руху спостерігається і що буде відбуватись при цьому русі з частинкою. ([1], стор. 38-39)

33.Розглядається плоский рух елементарного об'єму рідини, який

характеризується $v_x = (v_x)_0$, $v_y = (v_y)_0$. Зробити побудову і вказати, який

вид руху спостерігається і що буде відбуватись при цьому русі з частинкою. ([1], стор. 36-37)

Соленоїдальний та потенціальний рух рідини

- 34. Дайте визначення соленоїдальному руху рідини. ([1], стор. 43-46)
- 35. Дайте визначення потенціалу швидкості. ([1], стор. 46-48)
- 36. Дайте визначення функції течії. ([1], стор. 43-46)
- 37. Дайте визначення потенціальному руху рідини. ([1], стор. 46-48)
- 38. Яким чином відносно одна одної спрямовані еквіпотенціальні лінії та лінії течії? ([1], стор. 48)
- 39. Дайте визначення ізолінії функції течії і покажіть з якою векторною лінією вона співпадає? ([1], стор. 45)
- 40. Рівняння Коші-Рімана. ([1], стор. 48)

Циркуляція швидкості

- 41. Дайте визначення циркуляції швидкості. ([1], стор. 52)
- 42. Коли циркуляція швидкості дорівнює нулю, коли є від'ємною, коли додатною? ([1], стор. 52)
- 43. Якою буде циркуляція, якщо частинки рідини, що знаходяться на контурі, виявляють тенденцію рухатись уздовж контуру у напрямку, який співпадає з його обходом? ([1], стор. 52)
- 44. З якою характеристикою вихору швидкості пов'язана циркуляція? ([1], стор. 52)
- 45. Яким чином зв'язані циркуляція та вихор швидкості? ([1], стор. 52)
- 46. Властивості циркуляції швидкості.

Потік вектора швидкості

- 47. Дайте визначення потоку вектора швидкості. ([1], стор.)

Потік вихору швидкості

- 48. Дайте визначення інтенсивності вихрової трубки? ([1], стор. 51)
- 49. Сформулюйте другу теорему Гельмгольца. ([1], стор. 51)
- 50. Закінчіть твердження: „Потік вихору швидкості крізь довільно проведений переріз вихрової трубки в даний момент часу вздовж всієї трубки...” ([1], стор. 51)
- 51. Дайте визначення вихрової лінії, вихрової трубки. ([1], стор. 48-51)
- 52. Сформулюйте першу теорему Томсона. Зв'язок між прискоренням циркуляцією і циркуляцією прискорення. ([1], стор. 110-111)

Динаміка

Загальні закони зберігання та їх вираз у геофізичній гідродинаміці

- 53. Дайте визначення імпульсу (кількості руху). ([1], стор.)
- 54. Яке рівняння є математичним записом закону збереження маси? ([1], стор.)
- 55. Яке рівняння є математичним записом закону збереження енергії? ([1], стор.)
- 56. Яке рівняння є математичним записом закону збереження кількості руху (імпульсу)? ([1], стор.)
- 57. Яке рівняння є математичним виразом закону збереження моменту імпульсу? ([1], стор.)

Масові та поверхневі сили

58. Дайте визначення масовим силам? ([1], стор. 60-62)
59. Дайте визначення поверхневим силам? ([1], стор. 64)
60. Які сили відносять до масових (поверхневих)? ([1], стор. 60-64)
61. До якої групи сил (масових чи поверхневих) відносяться фіктивні сили? ([1], стор. 61)

Рівняння нерозривності

62. Дайте визначення щільності потоку рідини? ([1], стор. 56-58)
63. Надайте фізичний зміст щільності потоку рідини. ([1], стор. 57)
64. Вигляд рівняння нерозривності для нестисливої рідини. ([1], стор. 58)
65. Вигляд рівняння нерозривності для стисливої рідини. ([1], стор. 58)
66. Яку рідину називають стисливою (нестисливою)? ([1], стор. 58)

Загальний вигляд рівняння руху ідеальної та в'язкої рідини у системі відліку, що пов'язана з обертовою Землею. Рівняння руху ідеальної рідини у формі Ейлера та Нав'є–Стокса (стор. 59–84)

67. Чим відрізняються рівняння Ейлера від рівнянь Нав'є–Стокса? ([3], стор. 68-69)
68. В якій рідині існують лише нормальні напруження? ([1], стор. 67–68)
69. В якій рідині, окрім нормальних напружень, виникають ще і дотичні? ([1], стор. 75–80)
70. В якому стані виявляється відмінність між в'язкою та ідеальною рідиною? ([1], стор. 72–74)
71. Як називають внутрішні сили, що виникають при деформації рідини та перешкоджають її деформації? ([1], стор. 72–74)
72. Як називають проекцію напруження, що діє на одиницю площадки поверхні, на нормаль до цієї поверхні? ([1], стор. 67–68)
73. Як називають проекцію напруження, що діє на одиницю площадки поверхні, на дотичну до цієї поверхні площину, яка побудована в цій самій точці? ([1], стор. 75–76)

Рівняння руху ідеальної та в'язкої рідини у формі Громеко-Лемба (стор. 71–72, 83–84)

74. Яка диференціальна характеристика поля швидкості використовується у рівняннях Громеко-Лемба? ([1], стор. 71–72, 83–84)
75. Для виведення якого рівняння використовується рівняння у формі Громеко-Лемба? ([1], стор. 71–72, 83–84)
76. Для опису процесів яких масштабів в основному використовується рівняння у формі Громеко-Лемба? ([1], стор. 71–72, 83–84)

4.2 Варіанти завдань практичної частини курсу

Практичний модуль складається з шості тем кожної з яких відповідає одне практичне завдання (окрім Тем 6). Варіанти практичних завдань визначаються порядковим номером студента у загальному списку групи. Практичні завдання (№№1-5) надаються

викладачем у реальному або дистанційному режимі та оцінюються максимально в 11 балів кожне.

Критерії оцінювання виконання кожного завдання у МКР:

- 1) Завдання виконано у повному об'ємі та правильно – 100%;
- 2) Завдання виконано правильно, але не у повному об'ємі – 74-89%;
- 3) Завдання виконано не зовсім правильно та не у повному об'ємі – 60-73%;
- 4) Завдання виконано не правильно або взагалі не виконано – 0-59%.

Приклади практичних завдань за темами:

Тема 1. Елементи векторної алгебри.

Література: [3] с. 11-24.

1. Напрямок вектора **a** співпадає з додатним напрямком осі ОХ, напрямком вектора **b** – з додатним напрямком осі ОУ, а їх модулі дорівнюють відповідно 4 і 6. Знайти напрямок і модуль векторної суми векторів, побудувати графік.
2. Абсолютна величина вектора **a** дорівнює 8, а його напрямок складає кут 30° з додатним напрямком осі ОХ (кут відраховується від ОХ проти годинникової стрілки). Знайти проекції вектора **b** на осі ОХ і ОУ, побудувати графік.
3. Вектор **a** довжиною 10 одиниць напрямлений вздовж осі ОХ, а вектор **b** довжиною 2 – вздовж осі ОУ. Після множення вектора **a** на скаляр мінус 0.3 отримано новий вектор **c**. Сума векторів **b** і **c** позначена як вектор **d**. Показати на графіку напрям вектора **d** та обчислити його модуль.
4. Вектор **a** отримано шляхом множення вектора **c** на скаляр $p=2$. Модулі векторів **c** і **b** дорівнюють відповідно 2 і 3, а кут між ними складає 60° . Знайти скалярний добуток векторів **a** і **b**.
5. Знайти модуль вектора **f**, якщо відомо, що скалярний добуток його на вектор **d**, що має довжину 6, дорівнює 84, а кут між векторами **f** і **d** складає 45° .
6. Проекції вектора **a** на осі декартової прямокутної системи координат ОХ, ОУ, ОZ дорівнюють 3, мінус 2, 1000, а проекції вектора **b** – мінус 4, мінус 8 і нуль. Знайти скалярний добуток векторів **a** і **b**.
7. Напрямок вектора **a** співпадає з додатним напрямком осі Ох, напрямком вектора **b** – з додатним напрямком осі ОУ, а їх модулі дорівнюють відповідно 0.5 та 6. Розглядається права декартова прямокутна система координат. Знайти векторний добуток векторів **a** і **b** модуль і напрямок.
8. Вектор **d** дорівнює векторному добутку векторів **e** і **f**, напрямки яких відомі, а їх величини дорівнюють відповідно 6 та 8 одиниць. Знайти модуль вектора **d** і показати його напрямок на графіку, якщо кут між **e** і **f**, відрахований проти годинникової стрілки, дорівнює 30° .

Тема 2. Індивідуальна та локальна похідні.

Література: [3] с. 24-32.

1. На скільки зміниться за 1 годину температура рідкої частинки, що пересувається в горизонтальній площині на північний схід зі швидкістю 12 м/с, якщо в цьому ж районі температура в нерухомій точці збільшилась за 1 годину на 0,3 К, а горизонтальний градієнт температури, що дорівнює $30^\circ\text{C}/100\text{ км}$, спрямований на південь?
2. Обчислити зміну температури за 8 г, яку зареєструє прилад, встановлений на нерухомому буї поблизу поверхні моря, якщо за даними вимірювань на вільно плаваючому буї температура за цей час не змінилася, швидкість течії спрямована на північний схід і дорівнює 4 см/с, а горизонтальний градієнт температури поверхні води дорівнює $30^\circ\text{C}/100\text{ км}$ і спрямований на південь.
3. Рідка частинка рухається в горизонтальній площині на північ зі швидкістю **V**. В цьому ж районі температура в нерухомій точці знижується кожену хвилину на 0,004 К.

Горизонтальний градієнт температури ∇T спрямований на схід. На скільки зміниться температура в частинці, що рухається, за 4 години?

4. Визначити швидкість руху врівноваженої рідкої частинки, якщо її температура в процесі руху не змінюється, а у фіксованій точці при цьому спостерігається зниження температури, яке дорівнює $0,20^\circ\text{C}/\text{год}$. Відомо, що модуль вектора горизонтального градієнта температури дорівнює $0,020^\circ\text{C}/\text{км}$ і його напрямок складає кут 60° з напрямком руху частинки.

5. Рідка частинка підіймається вертикально вгору зі швидкістю $3\text{ см}/\text{с}$. Обчислити зміну її температури за 2 години, якщо градієнт температури спрямований вертикально вниз і його модуль дорівнює $0,50^\circ\text{C}/100\text{ м}$, а у фіксованій точці простору за вказаний час температура зросла на 20°C .

6. Обчислити зміну температури за 2 години в рідкій частинці, що рухається на схід, зі швидкістю $4\text{ м}/\text{с}$, якщо ізотерми (лінії рівних значень температури) було проведено з півдня на північ через 2 К паралельно меридіану і відстоять одна від одної на 100 км , а локальна зміна температури не спостерігається. Рух відбувається в горизонтальній площині.

7. Обчислити швидкість рідкої частинки, яка рухається в горизонтальній площині на схід, якщо її температура з часом не змінюється, а у фіксованій точці температура знижується на $0,32\text{ К}$ за годину. Горизонтальний градієнт температури спрямований на схід і дорівнює по модулю $10\text{--}5\text{ К}/\text{м}$.

8. Обчислити складові швидкості рідкої частинки, що рухається в горизонтальній площині на північний схід, якщо її температура з часом не змінюється, а у фіксованій точці температура знижується на $0,26\text{ К}$ за годину. Горизонтальний градієнт температури спрямований за вектором швидкості і його модуль дорівнює $2\text{ К}/100\text{ км}$. Врахувати, що в стандартній системі координат під час руху на північний схід складові швидкості однакові.

9. Рідка частинка рухається в горизонтальній площині на південь і зміна її температури на 30°C за годину перевищує відповідну зміну температури за годину в нерухомій точці. Горизонтальний градієнт температури спрямований на південь і його модуль дорівнює $0,4\text{ К}/10\text{ км}$. Обчислити швидкість руху частинки.

10. Розрахуйте зміну температури за 2 години в рідкій частинці, що рухається, якщо вона зміщується в горизонтальній площині на схід із швидкістю $6\text{ м}/\text{с}$, а у фіксованій точці площини за цей час температура знизилася на $0,62\text{ К}$. Горизонтальний градієнт температури спрямований на схід, його величина дорівнює $0,5\text{ К}/100\text{ км}$.

Тема 3. Лінії течії та траєкторії руху.

Література: [3] с.32-41.

1. Скласти рівняння сімейства ліній течії та траєкторій для поля швидкості з проекціями на координатні осі $V_x = ax^3$, $V_y = at$, $V_z = 0$, де a – відмінна від нуля стала. Знайти рівняння однієї лінії течії, що проходить в момент часу $t=1\text{ с}$ через точку A з координатами $x=1$, $y=1$ та траєкторії частинки, що знаходиться в цій точці в даний момент часу.

2. Знайти рівняння сімейства ліній течії та траєкторій, а також лінію течії, що проходить в момент часу $t=1\text{ с}$ через точку A з координатами $x=1$, $y=1$ та траєкторію частинки, що знаходиться в цій точці в даний момент часу, якщо поле швидкості задано: $V_x = by$, $V_y = t$, $V_z = 0$, де b – відмінна від нуля стала.

3. Скласти рівняння сімейства ліній течії та траєкторій для поля швидкості з проекціями на координатні осі $V_x = ax^2$, $V_y = by^2$, $V_z = 0$, де a і b – відмінні від нуля сталі. Знайти рівняння однієї лінії течії, що проходить в момент часу $t=1\text{ с}$ через точку A з

координатами $x=1$, $y=1$ та траєкторії частинки, що знаходиться в цій точці в даний момент часу.

4. Знайти рівняння сімейства ліній течії та траєкторій, а також лінію течії, що проходить в момент часу $t=2$ через точку А з координатами $x=1$, $y=1$ та траєкторію частинки, що знаходиться в цій точці в даний момент часу, якщо поле швидкості задано: $V_x = -4x$, $V_y = t$, $V_z = 0$.

5. Скласти рівняння сімейства ліній течії та траєкторій для поля швидкості з проекціями на координатні осі $V_x = ay$, $V_y = 2x$, $V_z = 0$, де a – відмінна від нуля стала. Знайти рівняння однієї лінії течії, що проходить в момент часу $t=1$ с через точку А з координатами $x=2$, $y=1$ та траєкторії частинки, що знаходиться в цій точці в даний момент часу.

6. Знайти рівняння сімейства ліній течії та траєкторій, а також лінію течії, що проходить в момент часу $t=3$ с через точку А з координатами $x=2$, $y=3$ та траєкторію частинки, що знаходиться в цій точці в даний момент часу, якщо поле швидкості задано: $V_x = by$, $V_y = 3$, $V_z = 0$, де b – відмінна від нуля стала.

7. Скласти рівняння сімейства ліній течії та траєкторій для поля швидкості з проекціями на координатні осі $V_x = tx$, $V_y = ay$, $V_z = 0$, де a – відмінна від нуля стала. Знайти рівняння однієї лінії течії, що проходить в момент часу $t=1$ с через точку А з координатами $x=1$, $y=1$ та траєкторії частинки, що знаходиться в цій точці в даний момент часу.

8. Знайти рівняння сімейства ліній течії та траєкторій, а також лінію течії, що проходить в момент часу $t=1$ с через точку А з координатами $x=2$, $y=3$ та траєкторію частинки, що знаходиться в цій точці в даний момент часу, якщо поле швидкості задано: $V_x = 4y$, $V_y = 3t$, $V_z = 0$.

9. Скласти рівняння сімейства ліній течії та траєкторій для поля швидкості з проекціями на координатні осі $V_x = -ax^3$, $V_y = a$, $V_z = 0$, де a – відмінна від нуля стала. Знайти рівняння однієї лінії течії, що проходить в момент часу $t=1$ с через точку А з координатами $x=1$, $y=1$ та траєкторії частинки, що знаходиться в цій точці в даний момент часу.

10. Знайти рівняння сімейства ліній течії та траєкторій, а також лінію течії, що проходить в момент часу $t=3$ с через точку А з координатами $x=1$, $y=2$ та траєкторію частинки, що знаходиться в цій точці в даний момент часу, якщо поле швидкості задано: $V_x = 4$, $V_y = 3t$, $V_z = 0$.

Тема 4. Потенціальний та соленоїдальний рух рідини

Література: [3] с. 41-49.

1. Знайти вираз для дивергенції швидкості, якщо проекції вектора швидкості на координатні осі визначаються співвідношеннями:
 $V_x = ay^2 + 2z$, $V_y = bz + 2x$, $V_z = x + 2y^2$, де a і b – відмінні від нуля довільні сталі.
2. Знайти складові вектора вихору швидкості, якщо проекції вектора швидкості на координатні осі визначаються співвідношеннями:
 $V_x = ay^2 + 2z$, $V_y = z^2 + 2bx$, $V_z = ax^2 + 2y^2$, де a і b – відмінні від нуля довільні сталі.

3. Знайти компоненти вектора кутової швидкості обертання, якщо компоненти лінійної швидкості рідкої частинки змінюються в залежності від координат за співвідношеннями: $V_x = ay^2z$, $V_y = 2bzy$, $V_z = 2ay^2$, де a і b – відмінні від нуля довільні сталі.
4. Знайти складові вектора швидкості соленоїдального руху, якщо функція течії $\psi = 2x^2y$.
5. Знайти складові вектора швидкості потенціального руху, якщо потенціал швидкості $\varphi = 2xy^2$.
6. Знайти вираз для завихреності, якщо складові вектора швидкості вздовж осей x та y задані співвідношеннями: $V_x = ayz$, $V_y = -2bzy$, де a і b – відмінні від нуля довільні сталі.
7. Знайти вираз для плоскої дивергенції, якщо проекції вектора швидкості на координатні осі визначаються співвідношеннями: $V_x = ay^2z + bx^3$, $V_y = 2bzy + x^3$, де a і b – відмінні від нуля довільні сталі.
8. Довести, що плоский рух є безвихровим, якщо проекції вектора швидкості на вісі x та y задані співвідношеннями: $V_x = ax^3 + b$, $V_y = -2y + ay^2$, де a і b – відмінні від нуля довільні сталі.
9. Довести, що плоский рух є соленоїдальним, якщо проекції вектора швидкості на вісі x та y задані співвідношеннями: $V_x = -2y + ay^2$, $V_y = ax^3 + b$, де a і b – відмінні від нуля довільні сталі.
10. Знайти дивергенцію радіуса-вектора $\mathbf{r}$, проекції якого на координатні осі дорівнюють x , y ,

Тема 5. Циркуляція швидкості

Література: [3] с. 49-59

1. Обчислити циркуляцію швидкості за контуром ABCD, що представляє собою прямокутник зі сторонами, паралельними координатним осям Ox , Oy та рівними заданим числам a і b . Складові вектора швидкості частинок рідини визначаються формулами: $V_x = 2my$, $V_y = y$, $V_z = 0$, де m – константа.
2. Обчислити циркуляцію швидкості за контуром ABCD, що представляє собою прямокутник зі сторонами, паралельними координатним осям Ox , Oy та рівними заданим числам a і b . Складові вектора швидкості частинок рідини визначаються формулами: $V_x = mxy$, $V_y = 0$, $V_z = 0$, де m – константа.
3. Обчислити циркуляцію швидкості за контуром ABCD, що представляє собою прямокутник зі сторонами, паралельними координатним осям Ox , Oy та рівними заданим числам a і b . Складові вектора швидкості частинок рідини визначаються формулами: $V_x = -my$, $V_y = -mx$, $V_z = 0$, де m – константа.
4. Обчислити циркуляцію швидкості за контуром ABCD, що представляє собою прямокутник зі сторонами, паралельними координатним осям Ox , Oy та рівними заданим числам a і b . Складові вектора швидкості частинок рідини визначаються формулами: $V_x = -my$, $V_y = mx$, $V_z = 0$, де m – константа.
5. Обчислити циркуляцію швидкості за контуром ABCD, що представляє собою прямокутник зі сторонами, паралельними координатним осям Ox , Oy та рівними заданим числам a і b . Складові вектора швидкості частинок рідини визначаються формулами: $V_x = -m$, $V_y = my$, $V_z = 0$, де m – константа.

6. Обчислити циркуляцію швидкості за контуром ABCD, що представляє собою прямокутник зі сторонами, паралельними координатним осям Ох, Оу та рівними заданим числам а і b. Складові вектора швидкості частинок рідини визначаються формулами: $V_x = -mx$, $V_y = my$, $V_z = 0$, де m – константа.
7. Обчислити циркуляцію швидкості за контуром ABCD, що представляє собою прямокутник зі сторонами, паралельними координатним осям Ох, Оу та рівними заданим числам а і b. Складові вектора швидкості частинок рідини визначаються формулами: $V_x = m$, $V_y = my$, $V_z = 0$, де m – константа.
8. Обчислити циркуляцію швидкості за контуром ABCD, що представляє собою прямокутник зі сторонами, паралельними координатним осям Ох, Оу та рівними заданим числам а і b. Складові вектора швидкості частинок рідини визначаються формулами: $V_x = -m$, $V_y = m$, $V_z = 0$, де m – константа.
9. Обчислити циркуляцію швидкості за контуром ABCD, що представляє собою прямокутник зі сторонами, паралельними координатним осям Ох, Оу та рівними заданим числам а і b. Складові вектора швидкості частинок рідини визначаються формулами: $V_x = -mx$, $V_y = my$, $V_z = 0$, де m – константа.
10. Обчислити циркуляцію швидкості за контуром ABCD, що представляє собою прямокутник зі сторонами, паралельними координатним осям Ох, Оу та рівними заданим числам а і b. Складові вектора швидкості частинок рідини визначаються формулами: $V_x = -mx$, $V_y = mx$, $V_z = 0$, де m – константа.

4.3. Типові тестові завдання до залікової контрольної роботи.

Література: [1] с. 4-72, [2] с. 3-84.

1. Дайте визначення градієнта поля скалярної величини ϕ . ([2], стор. 76-77)
2. Яким чином спрямований градієнт скалярної геофізичної величини відносно ізолінії цієї величини? ([2], стор. 76-77)
3. Градієнт поля скалярної величини ϕ спрямований у бік зростання чи у бік зменшення цієї величини? ([2], стор. 76-77)
4. Функцією яких аргументів є будь-яка геофізична величина? ([1], стор.)
5. Скільки складових має градієнт векторної величини і яку назву має ця величина? ([1], стор.)
6. Метод Ейлера і метод Лагранжа
7. Як називається метод опису руху рідини, в якому розглядаються зміни геофізичних характеристик з плином часу в окремих частинках рідини? ([1], стор. 23-26)
8. Охарактеризуйте метод Ейлера та метод Лагранжа. Наведіть відмінності цих двох методів. ([1], стор. 23-26)
9. Як називається метод опису руху рідини, в якому розглядаються зміни геофізичних характеристик з плином часу в рідині у фіксованих точках простору? ([1], стор. 23-26)
10. Зв'язок індивідуальної та локальної похідних
11. Що характеризує індивідуальна похідна? ([1], стор. 27-28)

- 12.Що характеризує локальна похідна? ([1], стор. 27-28)
- 13.Що характеризує горизонтальна адвекція температури? ([1], стор. 27-28)
- 14.Траєкторії руху та лінії течії
- 15.Дайте визначення лінії течії. ([1], стор. 29-30)
- 16.Дайте визначення траєкторії руху. ([1], стор. 29-30)
- 17.Наведіть ознаки, якими відрізняються лінія течії та траєкторія руху. ([1], стор. 29-30)
- 18.Стаціонарні та нестаціонарні рухи
- 19.Який процес (рух) називають стаціонарним? ([1], стор. 30)
- 20.Який процес (рух) називають нестаціонарним? ([1], стор. 30)
- 21.Як поведуть себе ліній течії та траєкторії руху при стаціонарному (нестаціонарному) процесі? ([1], стор. 30)
- 22.Перша теорема Гельмгольца
- 23.Сформулюйте першу теорему Гельмгольца. ([1], стор. 31)
- 24.З яких видів переміщення складається переміщення рідкого об'єму? ([1], стор. 31)
- 25.З яких видів переміщення складається переміщення квазітвердого об'єму? ([1], стор. 31)
- 26.Яке з трьох видів переміщення – поступального, обертального і деформаційного – відноситься до переміщення, що є притаманним тільки рідинам? ([1], стор. 31)
- 27.Зв'язок вихору швидкості з кутовою швидкістю
- 28.Яким чином зв'язані вихор швидкості та кутова швидкість? ([1], стор. 33)
- 29.Що характеризує вихор швидкості? ([1], стор. 33-34, 38-39)
- 30.Для яких видів руху вихор швидкості, кутова швидкість дорівнюватимуть нулю? ([1], стор. 33-34)
- 31.Складові швидкості деформаційного руху, тензор деформації
- 32.Яку диференціальну характеристику поля швидкості являють собою діагональні члени тензора деформації? ([1], стор. 34-35)
- 33.Яка диференціальна характеристика поля швидкості є характеристикою обертального руху рідини? ([1], стор. 38-39)
- 34.Надайте фізичне тлумачення дивергенції швидкості. ([1], стор. 36-38)
- 35.Наведіть диференціальні характеристики поля швидкості і надайте їм фізичне тлумачення. ([1], стор. 35-43)
- 36.Розглядається плоский рух елементарного об'єму рідини, який характеризується $v_x = \frac{D}{2}x$, $v_y = \frac{D}{2}y$, де $D = \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} > 0$. Зробити побудову і вказати, який вид руху спостерігається і що буде відбуватись при цьому русі з частинкою. ([1], стор. 36-38)
- 37.Розглядається плоский рух елементарного об'єму рідини, який характеризується $v_x = \frac{D}{2}x$, $v_y = \frac{D}{2}y$, де $D = \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} < 0$. Зробити

- побудову і вказати, який вид руху спостерігається і що буде відбуватись при цьому русі з частинкою. ([1], стор. 36-38)
38. Розглядається плоский рух елементарного об'єму рідини, який характеризується $v_x = -\frac{C}{2}y$, $v_y = \frac{C}{2}x$, де $C = \frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial v_x}{\partial y} > 0$. Зробити побудову і вказати, який вид руху спостерігається і що буде відбуватись при цьому русі з частинкою. ([1], стор. 38-39)
39. Розглядається плоский рух елементарного об'єму рідини, який характеризується $v_x = -\frac{C}{2}y$, $v_y = \frac{C}{2}x$, де $C = \frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial v_x}{\partial y} < 0$. Зробити побудову і вказати, який вид руху спостерігається і що буде відбуватись при цьому русі з частинкою. ([1], стор. 38-39)
40. Розглядається плоский рух елементарного об'єму рідини, який характеризується $v_x = (v_x)_0$, $v_y = (v_y)_0$. Зробити побудову і вказати, який вид руху спостерігається і що буде відбуватись при цьому русі з частинкою. ([1], стор. 36-37)
41. Соленоїдальний та потенціальний рух рідини
42. Дайте визначення соленоїдальному руху рідини. ([1], стор. 43-46)
43. Дайте визначення потенціалу швидкості. ([1], стор. 46-48)
44. Дайте визначення функції течії. ([1], стор. 43-46)
45. Дайте визначення потенціальному руху рідини. ([1], стор. 46-48)
46. Яким чином відносно одна одної спрямовані еквіпотенціальні лінії та лінії течії? ([1], стор. 48)
47. Дайте визначення ізолінії функції течії і покажіть з якою векторною лінією вона співпадає? ([1], стор. 45)
48. Рівняння Коші-Рімана. ([1], стор. 48)
49. Циркуляція швидкості
50. Дайте визначення циркуляції швидкості. ([1], стор. 52)
51. Коли циркуляція швидкості дорівнює нулю, коли є від'ємною, коли додатною? ([1], стор. 52)
52. Якою буде циркуляція, якщо частинки рідини, що знаходяться на контурі, виявляють тенденцію рухатись уздовж контуру у напрямку, який співпадає з його обходом? ([1], стор. 52)
53. З якою характеристикою вихору швидкості пов'язана циркуляція? ([1], стор. 52)
54. Яким чином зв'язані циркуляція та вихор швидкості? ([1], стор. 52)
55. Властивості циркуляції швидкості.
56. Потік вектора швидкості
57. Дайте визначення потоку вектора швидкості. ([1], стор.)
58. Потік вихору швидкості
59. Дайте визначення інтенсивності вихрової трубки? ([1], стор. 51)
60. Сформулюйте другу теорему Гельмгольца. ([1], стор. 51)

61. Закінчіть твердження: „Потік вихору швидкості крізь довільно проведений переріз вихрової трубки в даний момент часу вздовж всієї трубки...” ([1], стор. 51)
62. Дайте визначення вихрової лінії, вихрової трубки. ([1], стор. 48-51)
63. Сформулюйте першу теорему Томсона. Зв'язок між прискоренням циркуляцією і циркуляцією прискорення. ([1], стор. 110-111)

64. Динаміка

65. Загальні закони зберігання та їх вираз у геофізичній гідродинаміці
66. Дайте визначення імпульсу (кількості руху). ([1], стор.)
67. Яке рівняння є математичним записом закону збереження маси? ([1], стор.)
68. Яке рівняння є математичним записом закону збереження енергії? ([1], стор.)
69. Яке рівняння є математичним записом закону збереження кількості руху (імпульсу)? ([1], стор.)
70. Яке рівняння є математичним виразом закону збереження моменту імпульсу? ([1], стор.)
71. Масові та поверхневі сили
72. Дайте визначення масовим силам? ([1], стор. 60-62)
73. Дайте визначення поверхневим силам? ([1], стор. 64)
74. Які сили відносять до масових (поверхневих)? ([1], стор. 60-64)
75. До якої групи сил (масових чи поверхневих) відносяться фіктивні сили? ([1], стор. 61)
76. Рівняння нерозривності
77. Дайте визначення щільності потоку рідини? ([1], стор. 56-58)
78. Надайте фізичний зміст щільності потоку рідини. ([1], стор. 57)
79. Вигляд рівняння нерозривності для нестисливої рідини. ([1], стор. 58)
80. Вигляд рівняння нерозривності для стисливої рідини. ([1], стор. 58)
81. Яку рідину називають стисловою (нестисловою)? ([1], стор. 58)
82. Загальний вигляд рівняння руху ідеальної та в'язкої рідини у системі відліку, що пов'язана з обертовою Землею. Рівняння руху ідеальної рідини у формі Ейлера та Нав'є–Стокса (стор. 59–84)
83. Чим відрізняються рівняння Ейлера від рівнянь Нав'є–Стокса? ([3], стор. 68-69)
84. В якій рідині існують лише нормальні напруження? ([1], стор. 67–68)
85. В якій рідині, окрім нормальних напружень, виникають ще і дотичні? ([1], стор. 75–80)
86. В якому стані виявляється відмінність між в'язкою та ідеальною рідиною? ([1], стор. 72–74)
87. Як називають внутрішні сили, що виникають при деформації рідини та перешкоджають її деформації? ([1], стор. 72–74)
88. Як називають проекцію напруження, що діє на одиницю площадки поверхні, на нормаль до цієї поверхні? ([1], стор. 67–68)

89. Як називають проекцію напруження, що діє на одиницю площадки поверхні, на дотичну до цієї поверхні площину, яка побудована в цій самій точці? ([1], стор. 75–76)
90. Рівняння руху ідеальної та в'язкої рідини у формі Громеко-Лемба (стор. 71–72, 83–84)
91. Яка диференціальна характеристика поля швидкості використовується у рівняннях Громеко-Лемба? ([1], стор. 71–72, 83–84)
92. Для виведення якого рівняння використовується рівняння у формі Громеко-Лемба? ([1], стор. 71–72, 83–84)
93. Для опису процесів яких масштабів в основному використовується рівняння у формі Громеко-Лемба? ([1], стор. 71–72, 83–84)

Література для вивчення дисципліни

Основна

1. Шнайдман В.А., Тарнопольський А.Г., Степаненко С.М. Геофизическая гидродинамика. – Одеса, 1998.
2. Серга Е.М. Геофізична гідродинаміка. Конспект лекцій. Одеса, ТЕС, 2014. 174 с.
3. Маринін І.Л., Сахненко О.І., Хоменко І.А. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів та практичних занять з БЗМ «Гідрофізичнагідродинаміка з основами математичного моделювання» для студентів ІІІ курсу денної форми навчання. Одеса, ОДЕКУ 2008. 130 с.
4. Маринін І.Л., Сахненко О.І., Хоменко І.А. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів, виконання контрольної роботи та практичних занять з БЗМ «Гідрофізичнагідродинаміка» для студентів ІІІ курсу заочної форми навчання. Одеса, ОДЕКУ 2008. 80 с.

Додаткова

5. Гилл А. Динамика атмосферы и океана, т.1,2. – М.: Мир, 1986.
6. Кочин Н.Е. Векторное исчисление и начала тензорного исчисления. – М: «Наука», 1965, 426 с.
7. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Т. I, II – М.: ГИФМЛ, 1963.
8. Кузнецов Д.С. Гидродинамика. – Л.: Гидрометеиздат, 1951, 384 с.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика, т.6. Гидродинамика. – М.: Наука, 1986.
10. Палагин Э.Г., Славин И.А. Основы гидромеханики. / Учебное пособие для гидрометеорологов. – Л., ЛГМИ, 1974.
11. Педлоски Дж. Геофизическая гидродинамика, т.1. – М.: Мир, 1984.

Посилання

1. Електронна бібліотека ОДЕКУ: www.library-odeku.16mb.com
2. Електронна пошта кафедри: geophys@odeku.edu.ua.
3. Електронна пошта: serga_ed@ukr.com