

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ З
ДИСЦИПЛІНИ «ГІДРОФІЗИКА»**

Одеса 2009

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Методичні вказівки
до самостійної роботи з дисципліни
«Гідрофізика»
для студентів IV курсу гідрометеорологічного факультету
напряму підготовки «Гідрометеорологія»,
спеціальність «Гідрологія і гідрохімія»**

“Затверджено”
на засіданні методичної комісії
гідрометеорологічного інституту
протокол № від 2009 р.

Одеса 2009

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Гідрофізика» для студентів IV курсу очної форми навчання / ас. Шаменкова О.І. – Одеса, ОДЕКУ, 2009 р. – с.

Методичні вказівки призначені для студентів за спеціальністю «Гідрологія та гідрохімія».

Рецензент: д.г.н., проф. Гопченко Є. Д.

ЗМІСТ

	стор
Вступ.....	3
1. Загальна частина.....	3
1.1 Мета і задачі курсу.....	4
1.2 Перелік тем лекцій і практичних занять.....	6
1.3 Перелік навчальної літератури.....	8
1.4 Перелік знань та вмінь студентів.....	9
1.5 Перелік і графік контролюючих заходів.....	11
2. Організація самостійної роботи студентів.....	12
2.1 Перелік завдань на самостійну роботу.....	12
2.2 Повчання по послідовному вивченню теоретичного матеріалу.....	15
2.3 Перелік запитань для підготовки до модульного контролю.....	17
2.4 Перелік контрольних запитань до практичних завдань.....	18

ВСТУП

Мета методичних вказівок – надати рекомендації студентам денної форми навчання в самостійній роботі при вивченні курсу «Гідрофізика».

Самостійна робота студентів з гідрофізики включає:

- підготовку до лекційних та практичних занять;
- підготовку до написання модульного завдання;
- підготовку до заліку;
- виступ на студентській науковій конференції.

В загальній частині методичних вказівок приведені мета і задачі курсу, які відповідають навчальній програмі, місце гідрофізики серед інших дисциплін навчального плану підготовки. Надається перелік основної та додаткової навчальної літератури та перелік знань і вмінь, якими повинен володіти студент після засвоєння цієї дисципліни.

Приводиться перелік і графік проведення модульного контролю.

В розділі «Організація самостійної роботи студентів» міститься:

- перелік завдань на самостійну роботу;
- рекомендації до самостійного вивчення теоретичного матеріалу.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Мета і задачі курсу

Гідрофізика – наука, яка вивчає фізичні властивості та процеси природних вод суші.

Предметом вивчення гідрофізики є фізичні процеси у природних водах суші: річках, озерах, водосховищах, льодовиках.

Мета викладання дисципліни – вивчення фізичних властивостей природних вод та фізичних процесів у водних об'єктах і запасах вологи у річкових водозборах в деякому агрегатному вигляді: нагріванні та охолодженні, випаровуванні, льодоутворенні, сніготаненні тощо.

Завдання вивчення дисципліни – набуття студентами розуміння суті фізичних процесів та вмінь виконувати гідрофізичні розрахунки.

Дисципліна „Гідрофізика” використовується у вирішенні багатьох господарчих задач, у гідроенергетиці, при проектуванні гідротехнічних споруд, а тому належить до профільних у підготовці фахів – гідрологів.

Завдяки вивченню дисципліни студенти повинні:

- **знати** фізичні властивості природних вод суші і фізичні процеси, які в них відбуваються, тепловий баланс водойм, лід і льодоутворення, особливості термічного режиму водосховищ;
- **вміти** виконувати інженерні розрахунки складових рівняння теплового балансу, розрахунки температури води сучасними методами, а також розрахунки товщини льодового покриву.

Дисципліна „Гідрофізика” базується на таких дисциплінах, як „Геофізика”, „Вища математика”, „Фізика”, „Фізична гідрологія”.

Отримані студентами знання та вміння використовуються при вивченні дисциплін „Гідрологічні прогнози”, „Меліоративна гідрологія”.

Структурні блоки курсу:

1. Гідрофізика, її задачі та зв'язок з іншими дисциплінами.
2. Основи теорії теплообміну.
3. Рівняння теплового балансу.
4. Диференціальне рівняння теплопровідності.
5. Стаціонарне температурне поле.
6. Нестационарне температурне поле.
7. Гідротермічні розрахунки річок та водойм.
8. Льодовотермічні розрахунки річок та водойм.

1.2 Перелік тем лекційного курсу та практичних занять

Тема	Лекції	Практичні	СРС
<p>1. Гідрофізика, її задачі та зв'язок з іншими дисциплінами. Вступ. Короткі відомості про історію формування науки. Основні принципи і методи вивчення гідрофізики. Теоретичні і експериментальні дослідження. Сучасні задачі. Теплове забруднення річок і водойм. Аномальні властивості води.</p>	4	-	4
<p>2. Основи теорії теплообміну. Теплота. Тепловий потік. Температурне поле. Ентальпія. Засоби передачі тепла: теплопровідність, конвекція, променистий теплообмін. Основні закономірності передачі тепла. Закон Фур'є. Закон Ньютона. Закон Стефана-Больцмана. Теплові режими.</p>	4	3	7
<p>3. Рівняння теплового балансу. Рівняння Остроградського-Гауса. Рівняння Фур'є-Кирхгофа. Рівняння теплового балансу водних об'єктів. Визначення його складових: сумарної сонячної радіації, випромінювання атмосфери та водної маси, теплообмін з атмосферою та дном, затрат тепла на випарування, виділення теплоти при льодоутворенні тощо. Рівняння теплового балансу непроточних водойм.</p>	4	1	5
<p>4. Диференціальне рівняння теплопровідності. Вивод рівняння теплопровідності твердого тіла. Рівняння теплопровідності з джерелом теплоти. Вивод рівняння теплопровідності турбулентного потоку. Умови однозначності: початкові (часові), межові, фізичні та геометричні.</p>	4	2	6

Тема	Лекції	Практичні	СРС
5.Стационарне температурне поле. Одномірне плоске тіло. Багатошарове плоске тіло. Одномірне температурне поле із внутрішнім джерелом теплоти. Двовимірне температурне поле. Методи вирішення рівняння Лапласа: графічний, релаксації, електротеплової аналогії.	5	-	5
6.Нестационарне температурне поле. Вирішення рівняння теплопровідності. Метод кінцевих різниць. Двовимірне температурне поле.	4	3	7
7.Гідротермічні розрахунки річок та водойм. Метод аналогії. Метод емпіричних залежностей. Метод послідовного наближення. Метод розрахунку температури у водосховищах.	4	2	6
8.Льодотермічні розрахунки річок та водойм. Умови появи льоду за Л.Г.Шуляковським. Внутрішньоводний лід, умови утворення. Шуга, розрахунок витрат шуги та кількості льоду у загорі. Утворення заторів та розрахунки кількості льоду у заторі. Динамічні навантаження льоду на гідротехнічні споруди.	4	1	5
	33	12	45

Перелік тем практичних занять

№ п/п	Теми практичних занять	Кількість годин	СРС
1	Розрахунок температури поверхні води водойм в період, вільний від льоду.	6	3
2	Розрахунок дати початку льодоутворення	4	1
3	Розрахунок теплопередачі від води до повітря крізь льодовий покрив.	5	2
4	Розрахунок температури води по глибині під льодом слабопроточного водосховища.	6	3
5	Розрахунок наростання товщини льодового покриву.	5	2
6	Розрахунок довжини ополонки.	4	1
	Σ	30	12

1.3 Перелік навчальної літератури

Основна

1. Винников С.Д., Проскуряков Б.В. Гидрофизика.Л. -: Гидрометеиздат, 1988.- 248 с.
2. Голченко Є.Д., Крес Л.Є. Теплообмін у водних об'єктах. Одеса, 1997.- 103 с.
3. Крес Л.Є. Гідрофізика. Конспект лекцій. - Одеса. 2006.- 117 с.

Додаткова

1. Мишон В.М. Практическая гидрофизика. Л.-: Гидрометеиздат, 1983.- 176 с.

Перелік методичних вказівок до практичних занять

1. Крес Л.Є. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни “Гідрофізика”. – Одеса, ОДЕКУ, 2007. – 82 с.

1.4 Перелік знань та вмінь студентів

Тема	Знання	Вміння
1. Гідрофізика, її задачі та зв'язок з іншими дисциплінами.	Способи досліджень у гідрофізиці. Діаграма стану, криві випаровування, плавлення, сублімації. Характерні значення температури води. Теплові характеристики води. Фізичні властивості льоду. Основні фізичні властивості снігу.	Пояснити способи дослідження гідрофізики. Пояснити основні задачі гідрофізики. Знати основні властивості води. Знати основні аномальні властивості. Вміти визначати фізичні властивості води, снігу і льоду.
2. Основи теорії теплообміну.	Передача тепла, її типи. Закони передачі тепла, поняття про засоби передачі тепла. Рівняння теплопровідності, конвекції, променистого теплообміну. Теплові режими.	Визначення температурного поля. Пояснити інтенсивність теплового потоку. Пояснити поняття ентальпії. Визначити основні способи передачі тепла. Пояснити типи теплових режимів.
3. Рівняння теплового балансу.	Поняття фізичної основи теплового балансу. Інтегральна форма рівняння теплового балансу. Рівняння теплового балансу для ділянки річки. Складові рівняння теплового балансу. Радіаційний баланс, як складова рівняння теплового балансу.	Пояснювати фізичний зміст рівняння теплового балансу. Визначення складових рівняння теплового балансу. Визначення внутрішніх джерел теплоти. Оцінювання різних форм рівняння теплового балансу. Виявити ефективно випромінювання.
4. Диференціальне рівняння теплопровідності.	Рівняння теплопровідності твердого тіла. Рівняння теплопровідності турбулентного потоку. Умови однозначності.	Виведення рівняння теплопровідності твердого тіла. Виведення рівняння теплопровідності турбулентного потоку. Визначення умов однозначності.

Тема	Знання	Вміння
<p>5. Температурне поле, розрахунок температури тіла.</p>	<p>Поняття температури одношарового тіла, одновимірне плоске тіло. одновимірне та двовимірне температурне поле. Рівняння Лапласа. Стационарне температурне поле.</p>	<p>Розрахувати температури одношарового тіла. Визначити рівняння теплопровідності при розрахунку температури тіла. Розрахунок температури багатшарового, плоского тіла. Визначення стационарного температурного поля.</p>
<p>6. Нестационарне температурне поле.</p>	<p>Рівняння теплопровідності в кінцевих різницях. Умови однозначності при визначенні рівняння у кінцевих різницях. Не стационарне температурне поле. Двовимірне нестационарне поле.</p>	<p>Розв'язання рівняння у кінцевих різницях. Визначення умов однозначності рівняння теплопровідності. Визначення нестационарного поля. Визначення багатовимірного нестационарного поля.</p>
<p>7. Гідротермічні розрахунки річок та водойм.</p>	<p>Методи аналогій і емпіричних залежностей. Температурна крива водотоку за її довжиною. Температура води у водосховищі.</p>	<p>Визначення розрахункового методу для розрахунку температури води у річках та водоймах. Визначення залежності середньмісячної температури води и повітря. Проектування температурної кривої потоку за її довжиною.</p>
<p>8. Льодотермічні розрахунки річок та водоймищ.</p>	<p>Умови появи льоду. Рівняння Л.Г. Шуляковського. Поява внутрішньоводного льоду. Поява льодоутворень (шуга, зажори). Наростання товщини льоду та вплив льоду на гідротехнічні споруди.</p>	<p>Визначення появи льоду. Розрахунок довжини ополонки. Розрахунок витрати шуги. Розрахунок товщини льоду.</p>

1.5 Перелік і графік контрольних заходів

1	Захист практичних завдань	За розкладом практичних занять
2	Модульний контроль № 1	7 тиждень
3	Модульний контроль №2	13 тиждень
4	Іспит	16 тиждень

До захисту практичних робіт студенту потрібно:

1. На практичні заняття принести зошит 12-24 аркушів, лінійку, мікрокалькулятор.

2. Отримати від викладача вихідні дані та методичні вказівки, ознайомитись зі змістом методичних вказівок та порадами викладача.

3. Обробити вихідні дані, виконати необхідні розрахунки, графіки, таблиці, оформити пояснювальну записку.

4. Після закінчення роботи над завданням студент повинен представити пояснювальну записку, графіки, розрахункові матеріали, відповіді на питання, які задає викладач.

5. При відповіді на запитання викладача потрібно довести, що студент знає і розуміє мету і задачу практичної роботи, знає фізичні і теоретичні основи завдання. Відповіді та завдання оцінюються певною кількістю балів.

Для підготовки до модульного контролю студент повинен знати запитання, за яким формуються варіанти модульного контролю. Метою модульного контролю є остаточна перевірка засвоєння студентами основних розділів курсу.

На протязі навчального семестру проводиться модульний контроль згідно з графіком заходів поточного контролю.

2 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

2.1 Перелік завдань на самостійну роботу

Теми	Завдання	Кількість годин СРС	Контрольні заходи
<p>1. Гідрофізика, її задачі та зв'язок з іншими дисциплінами. Основні принципи і методи вивчення гідрофізики. Теоретичні і експериментальні дослідження. Сучасні задачі. Аномальні властивості води.</p>	<p>1. Конспект лекцій. 2. Винников С.Д., Проскураков Б.В. Гідрофізика. Л. -: Гидрометеоиздат, 1988.- 248 с. 3. Гопченко Є.Д., Кресс Л.Є. Теплообмін у водних об'єктах. Одеса. 1997.- 103 с.</p>	3	
<p>2. Основи теорії теплообміну. Теплота. Тепловий потік. Температурне поле. Ентальпія. Засоби передачі тепла. Розрахунок температури поверхні води водойм в період, вільний від льоду.</p>	<p>1. Конспект лекцій. 2. Крес Л.Є. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни "Гідрофізика". – Одеса, ОДЕКУ, 2007. – 82 с.</p>	8	Захист практичної роботи
<p>3. Рівняння теплового балансу. Рівняння теплового балансу водних об'єктів. Визначення його складових. Рівняння теплового балансу непроточної водойми. Розрахунок дати початку льодоутворення.</p>	<p>1. Конспект лекцій. 2. Гопченко Є.Д., Кресс Л.Є. Теплообмін у водних об'єктах. Одеса. 1997. – 103 с. 3. Мишон В.М. Практическая гидрофизика. Л. -: Гидрометеоиздат, 1980. -176 с.</p>	6	Захист практичної роботи

Теми	Завдання	Кількість годин СРС	Контрольні заходи
<p>4. Диференціальне рівняння теплопровідності. Вивід рівняння теплопровідності твердого тіла. Рівняння теплопровідності з джерелом теплоти. Вивод рівняння теплопровідності турбулентного потоку. Розрахунок теплопередачі від води до повітря крізь льодовий покрив.</p>	<p>1. Конспект лекцій. 2. Мишон В.М. Практическая гидрофизика. Л.: Гидрометеиздат, 1980.- 176 с. 3. Крес Л.Є. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни "Гідрофізика". – Одеса, ОДЕКУ, 2007. – 82 с.</p>	5	Захист практичної роботи
Модульний контроль № 1			
<p>5. Стаціонарне температурне поле. Одновимірне плоске тіло. Багат шарове плоске тіло. Одновимірне температурне поле з внутрішнім джерелом теплоти. Двовимірне температурне поле.</p>	<p>1. Конспект лекцій. 2. Винников С.Д., Проскураков Б.В. Гидрофизика. Л. -: Гидрометеиздат, 1988.- 248 с.</p>	3	
<p>6. Нестационарне температурне поле. Вирішення рівняння теплопровідності. Метод кінцевих різниць. Двовимірне температурне поле. Розрахунок температури води по глибині під льодом слабопроточного водосховища.</p>	<p>1. Конспект лекцій. 2. Винников С.Д., Проскураков Б.В. Гидрофизика. Л. -: Гидрометеиздат, 1988.- 248 с. 3. Крес Л.Є. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни "Гідрофізика". – Одеса, ОДЕКУ, 2007. – 82 с.</p>	8	Захист практичної роботи

Теми	Завдання	Кількість годин СРС	Контрольні заходи
<p>7.Гідротермічні розрахунки річок та водойм. Метод аналогії. Метод емпіричних залежностей. Метод послідовного наближення. Метод розрахунку температури у водосховищ. Розрахунок наростання товщини льодового покриву.</p>	<p>1. Конспект лекцій. 2. Винников С.Д., Проскураков Б.В. Гідрофізика. Л. -: Гидрометеоиздат, 1988.- 248 с. 3. Крес Л.Є. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни "Гідрофізика". – Одеса, ОДЕКУ, 2007. – 82 с.</p>	7	Захист практичної роботи
<p>8.Льодовотермічні розрахунки річок та водойм. Умови появи льоду за Л.Г. Шуляковським. Утворення заторів та розрахунки кількості льоду у заторі. Динамічні навантаження льоду на гідротехнічні споруди. Розрахунок довжини ополонки.</p>	<p>1. Конспект лекцій. 2. Винников С.Д., Проскураков Б.В. Гідрофізика. Л. -: Гидрометеоиздат, 1988.-248 с. 3. Крес Л.Є. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни "Гідрофізика". – Одеса, ОДЕКУ, 2007. – 82 с.</p>	5	Захист практичної роботи

2.2 Повчання по послідовному вивченню теоретичного матеріалу

При вивченні *першого розділу* дисципліни «Гідрофізика, її задачі та зв'язок з іншими дисциплінами» студенти повинні засвоїти загальні відомості про фізичні процеси, які протікають у водних об'єктах, предмет та задачі, об'єкти дослідження, основні поняття в дисципліні, зміст основних методів дослідження. Увагу треба приділити аномальним властивостям води.

При вивченні *другого розділу* програми «Основи теорії теплообміну» необхідно знати що таке теплота, тепловий потік, питомий тепловий потік, інтенсивність теплового потоку. Мати уяву про «ентальпію». Визначати поняття «температурне поле». Звернути увагу на те, що всі переходи енергії з одного виду в інший підпорядковуються закону збереження енергії, який є основою складання рівняння енергетичного балансу. Мати уяву про елементи теорії теплопередачі. Необхідно відрізнити засоби передачі тепла, а також закономірності передачі тепла такі як: теплопровідність, конвекція, променистий теплообмін. Знати закони якими описується передача тепла.

У *третьому розділі* програми «Рівняння теплового балансу» треба приділити увагу складовим рівняння теплового балансу, як формуються прихідна та витратна частини, відрізнити основні складники рівняння. Засвоїти в чому полягає фізична основа теплового балансу, різні форми рівняння теплового балансу. Належить розрізнявати рівняння теплового балансу поверхні та об'єму; поверхня може знаходитись на поверхні тіла або всередині нього і може бути замкнутою чи незамкнутою; об'ємом може бути усе тіло або його частина. Об'єкти складання рівняння теплового балансу – поверхня або об'єм – можуть бути скінченними або нескінченно малими, це ж відноситься і до періоду часу рівняння теплового балансу – воно може бути скінченним чи нескінченно малим. Тому існують різні форми рівняння теплового балансу: алгебраїчні, диференціальні, інтегральні і змішані. Рівняння теплового балансу виражає закон збереження і перетворення енергії.

При вивченні *четвертого розділу* програми «Диференціальне рівняння теплопровідності» необхідно знати, яким диференціальним рівнянням можна описати тепловий процес та який закон лежить в основі цього рівняння. Знати основні складники рівняння теплового балансу для елементарного об'єму речовини. Треба приділити увагу виводу диференціального рівняння теплопровідності твердого тіла, а також диференціального рівняння теплопровідності твердого тіла з джерелом теплоти. Мати уяву, яким шляхом розповсюджується теплота у турбулентному потоці, знати диференціальне рівняння теплопровідності турбулентного потоку. Для того, щоб з його допомогою вирішити

конкретну задачу, необхідно сформулювати так звані умови однозначності. Тому необхідно знати, з яких чинників вони складаються.

У **п'ятому розділі** програми «Температурне поле, розрахунок температури тіла» необхідно приділити увагу питанню стаціонарності, одномірного та багат шарового плоского тіла, розподіленню температури по товщі одношарового плоского тіла. Знати як визначається температура на межі між шарами сніго-льодяної товщі. Мати уявлення про рівняння розподілу температури у товщі плоского тіла з внутрішнім джерелом теплоти. Знати у чому полягає графічний метод розв'язання рівняння Лапласа. Вміти пояснити суть методу релаксації.

При вивченні **шостого розділу** програми «Нестаціонарне температурне поле» треба знати, в чому полягає метод кінцевих різниць для розв'язання рівняння теплопровідності одновимірного температурного поля при нестаціонарному режимі, як розв'язується рівняння теплопровідності при двовимірному температурному полі та які умови однозначності необхідні для розв'язання. Необхідно визначати, в чому полягає суть моделювання температурних полів, що таке критерій Фур'є.

У **сьомому розділі** програми «Гідротермічні розрахунки річок та водойм» слід розглянути питання господарського використання річок та водойм і проектування нових споруд з урахуванням термічного режиму для розрахунків випаровування з поверхні води та складників рівняння теплового балансу, аналізу льодового режиму і його прогнозу тощо.

За відсутності даних спостережень температура води визначається розрахунками. В залежності від наявності матеріалів спостережень, особливостей водних об'єктів, розрахункового інтервалу часу тощо використовуються такі розрахункові методи: аналогії, емпіричних залежностей та аналітичні методи, що базуються на рівнянні теплового балансу чи рівнянні теплопровідності. Також вміти виконувати розрахунки температури води відкритих водотоків (метод послідовних наближень).

Восьмий розділ програми «Льодовотермічні розрахунки річок та водойм» присвячений закономірностям льодоутворення, суті льодових явищ та знання фізичних властивостей. Регулювання льодових процесів може мати на меті покращення льодових явищ, наприклад, збільшення товщини льодяного покриву при будівництві льодових шляхів, прискорення скресання для збільшення тривалості навігації, попередження утворення заторів та зажорів тощо. Необхідно знати основні умови утворення льоду на річках та водоймах, умови початку льодоутворення за Л.Г.Шуляковським. Знати основні фактори утворення ополонків та як розраховується довжина ополонків.

2.3 Перелік запитань для підготовки до модульного контролю

Модульний контроль №1

за темами

*«Гідрофізика, її задачі та зв'язок з іншими дисциплінами»,
«Основи теорії теплообміну», «Рівняння теплового балансу»,
«Диференціальне рівняння теплопровідності»*

1. Закон Фур'є.
2. Типи температурної стратифікації.
3. Що таке «внутрішні джерела теплоти»?
4. Що таке «конвекція»? Типи конвекції.
5. Рівняння Остроградського-Гаусса.
6. Що таке «питомий тепловий потік»?
7. Закон Ньютона.
8. Надати визначення «температурне поле». Типи полів.
9. Що таке «ізотерми та ізотермічні поверхні»?
10. Закон Стефана-Больцмана.
11. Що таке «ентальпія»?
12. Дайте характеристику аномалії точки замерзання.
13. Як оцінюється променистий теплообмін?
14. Що таке «теплота», «тепловий потік».
15. Надайте характеристику аномалії густини води.
16. Як оцінюється теплота, що виділяється при замерзанні води?
17. Надати характеристики аномалій води при зміні її агрегатного стану.
18. Що називається стаціонарним і нестаціонарним температурним полем?
19. Як оцінюється конвективний перенос тепла?
20. Що таке «інтенсивність теплового потоку»?
21. Дайте оцінку витрат тепла на випар?

Модульний контроль №2

за темами

*«Температурне поле, розрахунок температури тіла»,
«Нестаціонарне температурне поле»,
«Гідротермічні розрахунки річок та водойм»,
«Льодовотермічні розрахунки річок та водойм»*

1. Надати визначення поняття «льодовий режим».
2. Напишіть рівняння теплового балансу водної поверхні у предльодоставний період.

3. Формування льодоставу на річках. Типи замерзання.
4. Назвіть основні фази льодового режиму.
5. Умови льодоутворення за Л.Г.Шуляковським.
6. Формування льодоставу на водоймах. Типи замерзання.
7. Назвіть аномальні властивості води при замерзанні.
8. Напишіть рівняння Остроградського-Гауса.
9. Умови появи на річках перших льодових утворень.
10. Що називається питомою тепловою кристалізацією?
11. Напишіть рівняння теплопровідності для водного потоку.
12. Типи замерзання річок і водойм.
13. Що таке конвекція?
14. Напишіть рівняння теплопровідності в кінцевих різностях.
15. Залежність між тривалістю встановлення льодоставу і тепловим потоком.
16. Можливість утворення внутрішньоводного льоду.

2.4 Перелік контролюючих запитань до практичних завдань

Контрольні запитання до практичного завдання "Розрахунок температури поверхні води водойм в період, вільний від льоду"

1. В чому полягає суть методу?
2. Який вигляд має рівняння теплового балансу?
3. Як розраховуються складові рівняння теплового балансу?
4. Як визначається параметр μH ?

Контрольні запитання до практичного завдання "Розрахунок дати початку льодоутворення"

1. В чому полягає метод послідовного наближення?
2. З чого складається питома тепловіддача водної поверхні?
3. Які умови необхідні для появи льоду?

Контрольні запитання до практичного завдання "Розрахунок теплопередачі від води до повітря крізь снігольодяний покрив"

1. За яких умов розраховується тепловий потік крізь снігольодяний покрив?
2. Як розраховуються коефіцієнти теплопровідності снігу?

3. Від яких факторів залежать коефіцієнти тепловіддачі?
4. Як визначається температура на границі між шарами снігольодяної товщі?

Контрольні запитання до практичного завдання "Розрахунок розподілу температури води по глибині під льодом слабопроточного водосховища "

1. Яке диференціальне рівняння покладено в основу розв'язання завдання?
2. В чому полягає метод кінцевих різниць?
3. Як розраховуються коефіцієнти теплопровідності та температуропроводності?
4. Які параметри визначаються за допомогою умов Шмідта?
5. Як визначається градієнт температури у придонному шарі?

Контрольні запитання до практичного завдання "Розрахунок наростання товщини льоду"

1. Назвіть умови, при яких спостерігається нарощування льоду на його нижній поверхні.
2. Поясніть вплив снігового покриву на процес нарощування льоду.
3. Від яких факторів залежить товщина льоду на водоймах?
4. Як визначаються коефіцієнти тепловіддачі від поверхні льоду до повітря та від поверхні снігу до повітря?
5. Як визначається коефіцієнт теплопровідності снігу?
6. Що таке еквівалентна товщина льоду?
7. Поясніть отримані результати розрахунку товщини льоду.

Контрольні запитання до практичного завдання "Розрахунок довжини ополонки"

1. Які фактори сприяють утворенню ополонки?
2. Де виникають ополонки динамічного походження?
3. Де виникають ополонки термічного походження?
4. За якою формулою розраховується тепловіддача?
5. Які вихідні дані потрібні для виконання практичного завдання?

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ З
ДИСЦИПЛІНИ «ГІДРОФІЗИКА»**

Укладач: ас. Шаменкова О.І.

Підписано до друку
Ум. друк. арк.

Формат
Тираж

Папір
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макету

Одеський державний екологічний університет
65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15