

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Методичні вказівки
до самостійної роботи
з дисципліни “Інженерна океанологія”
для студентів заочної форми навчання VI курсу гідрологічного факультету
Напрямок підготовки гідрометеорологія
Спеціальності гідрографія

“Затверджено”
На засіданні методичної ради університету
Протокол №__ від _____р.

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни “Інженерна океанологія” для студентів заочної форми навчання VI курсу спеціальності “Гідрографія” /укладач: доц. Ілюшин Віктор Якович Одеса, ОДЕКУ, 2008 р., 23 с., укр., рус. мова.

1. Загальні положення

Курс "Інженерна океанологія" належить до професійно - орієнтованих дисциплін спеціальності "гідрографія" (шифр 7.070603).

Метою дисципліни є формування у студентів знань та практичних навиків проведення океанографічних вимірювань у прибережній зоні і відкритому морі, в зонах гідротехнічних споруд (ГТС), та ознайомлення з засобами розрахунків і вимірювань, що використовуються у спеціальних дослідженнях.

До задач дисципліни входить вивчення студентами теоретичних положень, які лежать в основі методів океанологічних вимірювань. При цьому головна увага приділяється характеристикам і параметрам хвиль, льоду і течій, особливостям експлуатування морських ГТС та оцінкам якості результатів вимірювань та розрахунків, відповідно діючим СНиП .

Дисципліна "Інженерна океанологія" опирається на використання, у першу чергу, курсу "Методи гідрометеорологічних вимірювань" для студентів-гідрометеорологів, що мають намір у подальшому спеціалізуватися в галузі гідрографії, або інших наук, які здійснюють дослідження водного середовища. . У свою чергу, вона є підґрунтям для виконання дипломних та магістерських робіт.

На самостійну роботу винесені головні теми, що стосуються проектування та побудування ГТС: берегозахисних споруд, нафтодобувних, будівництва морських судноплавних шляхів тощо, що сприяють господарської та іншій діяльності на морі. Перелік тем для самостійної роботи студентів наведений у таблиці 1.1.

Внаслідок вивчення дисципліни студент повинен

- **знати** про побудову ГТС, відповідно держстандартам та їх можливостям у захисті до морських явищ, їх призначення та класифікації, основні методи океанологічних вимірювань та розрахунків відповідно діючим СНиП. В процесі виконання практичних завдань студент повинен вивчити засоби обробки результатів спостережень, які забезпечують необхідну точність і єдність вимірювань.
- **Вміти** виконувати роботу відповідно діючими СНиП та керуючим вказівкам, визначати метрологічні характеристики приладів, проводити обробку результатів гідрометеорологічних спостережень.

Перелік і графік заходів щодо контролю самостійної роботи студентів також наведений у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Самостійна робота студентів за учбовою дисципліною “Інженерна океанологія”

Теми	Завдання	Контролюючи заходи
Завдання 1		
1.Склад і особливості інженерних споруд континентального шельфу	Підготовка до занять, складання конспекту, підготовка до КР: - г/т споруди морського нафтогазопромислу; -г/т споруди огорожувальні - берегозахисні споруди; - морські канали	Надати конспект (К) Усне опитування (УО)
Завдання 2		
1.Розрахунок елементів хвиль на відкритих та огорожених акваторіях	Підготовка до усного опитування під час практичних занять	Захист ДЗ в термін сесії
Завдання 3		
1. Океанологічні фактори визнаючи вибір траси каналу, їх розрахунок. 2. Днопоглиблювальні роботи, їх вплив на природничий гідрологічний режим.	Підготовка до занять, складання конспекту, підготовка до КР:	(К, УО)
Завдання 4		
Навантаження та взаємодія хвиль на г/т споруди вертикального типу, та на обтікаючі перепони і наскрізні споруди	Підготовка до занять, складання конспекту, підготовка до КР:	(К, УО)
Завдання 5		
1. Зовнішні умови та навантаження 2. Вітер та вітрові навантаження 3. Морські течії та їх дії на споруди	Підготовка до занять, складання конспекту, підготовка до КР:	(К, УО)
Завдання 6		
Навантаження та дія льоду на гідротехнічні споруди	Підготовка до занять, складання конспекту, підготовка до КР:	(К, УО)
Завдання 7		
1.Хвильові навантаження на обтічні перепони малих та середніх розмірів 2. Льодові навантаження на г/т споруди.	Підготовка до занять, складання конспекту, підготовка до КР, ДЗ	(К, УО) Виконання ПР під час сесії

2. Організація самостійної роботи

2.1 Вивчення теоретичного матеріалу :

Завдання 1.

Склад і особливості інженерних споруд континентального шельфу.

Звернути увагу на такі питання:

- г/т споруди морського нафтогазопромислу: Споруди з місцевих матеріалів. Прибережні ґрунтові споруди. Штучні острови: ґрунтові острови, острови наморожені на морському дні. Гравітаційні платформи. Естакади. Стаціонарні платформи з крізним опорним блоком. Естакади. Платформи на підставі палі. Стаціонарні льодостійкі платформи. Гравітаційні льодостійкі платформи. Платформи наморожені на морському дні.

- г/т споруди огорожувальні: Класифікація і умови застосування споруд. Захисні споруди гравітаційного типу. Споруди з кладки масивів. Споруди з масивів-гігантів. Споруди з оболонки великого розміру. Захисні споруди укiсного профiлю. Палі і спеціальні типи захисних споруд. Захисні споруди спеціальних типів, плавучі захисні споруди. Пневматичні хвилеломи.

- берегозахисні споруди: Класифікація споруд. Берегоукріплюючі стінки споруди напівукiсного типу. Споруди укiсного типу. Споруди активного захисту берега: хвилеломи, буни, вільні пляжі.

- морські канали, екологічні наслідки побудування г/т споруд: Класифікація. Траса каналу. Основні розрахункові параметри, днопоглиблювальні роботи і відвали ґрунтів. Питання охорони навколишнього середовища.

Література: [1] стор. відповідно змісту.

Завдання 2.

Розрахунок елементів хвиль на відкритих та огорожених акваторіях.

Звернути увагу на такі питання: Морські хвилі і характеристики хвилювання. Теорії хвиль: гiдродинамічна теорія хвиль, енергетичний опис хвилювання, статистичний, спектральний опис, енергетичний спектр.

Хвильові навантаження на гiдротехнічні споруди малих і середніх розмірів. Погодне хвильове навантаження на перешкоди малих і середніх розмірів. Інерційна складова навантаження. Швидкісна складова погонного хвильового навантаження. Навантаження на нерухому вертикальну перешкоду, горизонтальні обтічні перешкоди. Хвильові навантаження при спектральному описі хвилювання.

Література: [1], стор. відповідно змісту; [3], стор. 29-36.

Завдання 3

3.1. Океанологічні фактори визнаючи вибір траси каналу, їх розрахунок.

3.2. Днопоглиблювальні роботи, їх вплив на природничій гідрологічний режим.

Звернути увагу на такі питання: Траса каналу. Основні розрахункові параметри, днопоглиблювальні роботи і відвали ґрунтів. Питання охорони навколишнього середовища.

Література: [1], стор. відповідно змісту.

Завдання 4.

Вітер та вітрові навантаження та обладнання

Звернути увагу на такі питання: Відповідний розділ “Строительные нормы и правила. СНиП 2.06.04-82”

Література: [1], стор. відповідно змісту; [3], стор. 21 .

Завдання 5.

5.1. Зовнішні умови та навантаження.

5.2. Вітер та вітрові навантаження.

5.3. Морські течії та їх дії на споруди режим.

Звернути увагу на такі питання: Зовнішні умови і навантаження, діючі на гідротехнічні споруди. Загальні питання визначення навантажень на споруди. Способи завдання навантажень. Сполучення навантажень. Морські течії і їх дія на споруди. Навантаження від течій, вплив стаціонарної швидкості і дія прискорень частинок. Розмиваючі дії течій. Будівельні норми і правила. Сніп 2.06.04-82.

Література: [1], стор. відповідно змісту; [3], стор. 21.

Завдання 6.

Навантаження та взаємодія хвиль на г/т споруди вертикального типу, та на обтікаючі перепони і наскрізні споруди

Звернути увагу на такі питання: Відповідний розділ “Строительные нормы и правила. СНиП 2.06.04-82”

Література: [1], стор. відповідно змісту; ; [3], стор. 1-17.

Завдання 7.

7.1. Хвильові навантаження на обтічні перепони малих та середніх розмірів

7.2. Льодові навантаження на г/т споруди.

Звернути увагу на такі питання: Навантаження на нерухому вертикальну перешкоду, горизонтальні обтічні перешкоди. Хвильові навантаження при спектральному описі хвилювання. Льодові навантаження. Дія льоду на гідротехнічні споруди. Фізико-механічні характеристики льоду. Навантаження льоду на циліндрову опору, на систему опорних колон. Дії

торосистих полів. Вертикальне навантаження від льоду, що примерзнув, при зміні рівня води.

Література: [1], стор. відповідно змісту, ; [3], стор. 24-28.

Питання для самоперевірки:

- склад та особливості гідротехнічних споруд континентального шельфу;
- надводні та підводні гідротехнічні споруди;
- гравітаційні гідротехнічні споруди;
- інженерні споруди портів;
- берегоукріплюючі та берегозахисні гідротехнічні споруди. Способи активного захисту берегів: хвильоломами (хвильорізами), бунами, пляжами;
- гідротехнічні споруди морських нафтопромислів;
- океанологічне забезпечення будівництва гідротехнічних споруд континентального шельфу;
- морські судноплавні канали. Визначення основних розрахункових параметрів каналів, гідрологічних характеристик моря при проектуванні морських каналів;
- вплив робіт поглиблення дна та типів відвалів ґрунтів на природний гідрологічний режим;
- основні поняття про зовнішні діяння і навантаження на гідротехнічні споруди;
- вітер і вітрові навантаження;
- морські течії та їх діяння на гідротехнічні споруди;
- хвильові навантаження на гідротехнічні споруди;
- льодові навантаження на гідротехнічні споруди;
- теоретичні основи розрахунку вітрових хвильових і льодових навантажень закладених у СНиПу 2.06.04-82.

2.2 Перелік домашніх завдань для самостійної роботи студентів

Домашнє завдання . Контрольна робота:

- теоретичне питання:

1. Морські хвилі і характеристики хвилювання.
2. Теорії хвиль: гідродинамічна теорія хвиль, енергетичний опис хвилювання, статистичний, спектральний опис, енергетичний спектр.
3. Хвильові навантаження на гідротехнічні споруди малих і середніх розмірів.
4. Погодне хвильове навантаження на перешкоди малих і середніх розмірів.
5. Інерційна складова навантаження. Швидкісна складова погонного хвильового навантаження.
6. Навантаження на нерухому вертикальну перешкоду, горизонтальні обтічні перешкоди.

7. Хвильові навантаження при спектральному описі хвилювання.

- практичне завдання: 1. Розрахунок елементів хвиль на відкритих мілководних та поглиблених акваторіях (Додаток 1,2,3).

Аудиторна практична робота 1. Льодові навантаження на г/т споруди.

Література. Льодові навантаження на г/т споруди [2] ; [3], стор. 24-28 ; [3], стор. 29-36.

3. Організація контролю знань та вмінь студентів

При самостійному вивченні окремих розділів дисципліни “Інженерна океанологія” контролюючі заходи здійснюються у традиційній формі.

3.1. Перелік контролюючих заходів

- Індивідуальна співбесіда;
- Усне опитування під час занять;
- Перевірка домашнього завдання.

Приблизний термін проведення контролюючих заходів згідно графіку заочної форми навчання.

3.2. Вимоги до студентів на контролюючих заходах критерії оцінки та знань:

3.2.1. Колоквіум, усне опитування, індивідуальна співбесіда:

- студент дає повну відповідь на усі питання, що наведені у розділах “Звернути увагу на ці питання” і “Питання для самоперевірки” - "відмінно";
- студент дає неповну відповідь по цим питанням “добре”.
- студент відповідає лише на базові питання (перелік базових питань наведений нижче) - "задовільно".
- студент не може **ВІДПОВІСТИ** на базові запитання - "незадовільно".

3.2.2. Перевірка контрольної роботи.

Контрольна робота оцінюється такими оцінками:

"Відмінно" - розрахунки виконані правильно, зроблені їх аналіз та висновки, студент повністю відповів на запитання викладача.

"Добре" - розрахунки виконані правильно; зроблено їх аналіз, але відповіді на запитання викладача не повні.

"Задовільно" - розрахунки виконані з невеликими помилками, аналіз не повний і відповіді на запитання викладача також не зовсім правильні.

"Незадовільно" - розрахунки виконані з великими помилками, аналіз та висновки є помилковими.

3.3. Перелік базових знань, наявність яких забезпечує задовільну оцінку на контролюючому заході наведення у таблиці 3.1. У цій таблиці друга колонка відповідає переліку питань, на які треба звернути увагу по кожній темі самостійних занять, а третя відповідає переліку питань для самоперевірки по кожній темі з пункту 2.1.

Таблиця 3.1

Тема занять	Перелік базових питань для самоперевірки
Елементи хвиль, розрахунок	Морські хвилі і характеристики хвилювання. Теорії хвиль. Хвильові навантаження на гідротехнічні споруди Інерційна складова навантаження, швидкісна складова погонного хвильового навантаження. Навантаження на нерухому вертикальну перешкоду, горизонтальні обтічні перешкоди.
Морські канали	Океанологічні фактори визнаючи вибір траси каналу, їх розрахунок. Днопоглиблювальні роботи, їх вплив на природничий гідрологічний режим.
Берегозахисні споруди	- берегозахисні споруди; - споруди активного захисту берега: хвилеломи, буни; вільні пляжі, активні та пасивні; - г/т споруди огорожувальні; - пневматичні хвилеломи;
Визначення типів навантажень	Зовнішні умови та навантаження; вітер та вітрові навантаження; морські течії та їх дії на споруди режим.
Льодові навантаження на г/т споруди	Льодові навантаження. Дія льоду на гідротехнічні споруди. Фізико-механічні характеристики льоду. Дії торосистих полів. Вертикальне навантаження від льоду, що примерзнув, при зміні рівня води.

3.4 Вимоги до студента при підсумковій атестації. Підсумкова атестація вважається інтегральною формою контролю, тому контроль самостійної роботи студента на протязі семестру є її складовою частиною. Для дисципліни “Інженерна океанологія” підсумковою формою контролю є залік. Якщо одне з питань співпадає з однією з тем самостійної роботи, викладач повинен зарахувати відповідь студента на це питання у поточному контролі як відповідь на питання білету з відповідною оцінкою. Але якщо ця оцінка не задовольняє студента, він має змогу дати нову відповідь, яка повинна оцінюватись згідно й. 3.2 дійсних методичних вказівок.

Література.

Основна:

1. Ілюшин В.Я. Конспект лекцій за дисципліною “Інженерна океанологія” (рукопис), 2008р.
2. Ключиков Е.Ю., Макаров В.А. Інженерна океанологія (лабораторні роботи). - Л.:1987.-113с.
3. Строительные нормы и правила. Нагрузки и действия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). СНиП 2.06.04-82 – М.: Судостроение, 1983.-37с.

Додаткова:

1. Симаков Г.В., Шнинек К.Н., Смелов В.А. и др. - Морские гидротехнические сооружения континентального шельфа- Л.: Судостроение, 1989,-328с. 2.Смирнов Г.Н. Океанология. Учебник для втузов. М.:Высшая школа, 1974,-342с.

Строительные нормы и правила. Нагрузки и действия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). СНиП 2.06.04-82 – М.: Судостроение, 1983.-37с.(Приложение 1)

ЭЛЕМЕНТЫ ВОЛН НА ОТКРЫТЫХ И ОГРАЖДЕННЫХ АКВАТОРИЯХ

1. При определении элементов волн на открытых и огражденных акваториях необходимо учитывать следующие волнообразующие факторы: скорость ветра (ее величину и направление), продолжительность непрерывного действия ветра над водной поверхностью, размеры и конфигурацию охваченной ветром акватории, рельеф дна и глубину водоема с учетом колебаний уровня воды.

2. Расчетные уровни воды и характеристики ветра необходимо определять по результатам статистической обработки данных многолетних (не менее 25 лет) рядов наблюдений в безледные сезоны, при этом расчетные уровни воды должны определяться с учетом приливо-отливных, сгонно-нагонных, сезонных и годовых колебаний уровней.

3. Расчеты элементов волн необходимо производить с учетом деления водоема на следующие зоны по глубине:

глубоководная - с глубиной $d > 0,5 \bar{\lambda}_d$, где дно не влияет на основные характеристики волн;

мелководная - с глубиной $0,5 \bar{\lambda}_d \geq d > d_{cr}$, где дно оказывает влияние на развитие волн и на основные их характеристики;

прибойная - с глубиной от d_{cr} до $d_{cr,u}$, в пределах которой начинается и завершается разрушение волн;

приурезовая - с глубиной менее $d_{cr,u}$, в пределах которой поток от разрушенных волн периодически накатывается на берег.

2. При определении устойчивости и прочности гидротехнических сооружений и их элементов расчетную обеспеченность высот волн в системе необходимо принимать по табл. 1.

Таблица 1

Гидротехнические сооружения	Расчетная обеспеченность высот волн в системе, %
Сооружения вертикального профиля	1
Сквозные сооружения и обтекаемые преграды класса:	
I	1
II	5
III, IV	13
Берегоукрепительные сооружения класса:	
I, II	1
III, IV	5
Оградительные сооружения откосного профиля с креплением:	
- бетонными плитами	1
- каменной наброской, обыкновенными или фасонными массивами	2

Примечания: 1. При определении нагрузок на сооружения необходимо принимать высоту волны заданной обеспеченности в системе h_i и среднюю длину волны $\bar{\lambda}$; для

сквозных конструкций следует определять максимальное воздействие волн при изменении длины расчетной волны в пределах от 0,8 до $1,4\bar{\lambda}$.

2. Расчетную обеспеченность высот волн в системе необходимо принимать:

при определении защищенности портовых акваторий 5%

при определении наката волн 1%.

3. При назначении высотных отметок сквозных сооружений, возводимых на открытых акваториях, допускается расчетную обеспеченность высот волн в системе принимать 0,1% при надлежащем обосновании.

РАСЧЕТНЫЕ УРОВНИ ВОДЫ

5*. Максимальный расчетный уровень воды необходимо принимать согласно требованиям СНиП на проектируемые сооружения (объекты). При определении нагрузок и воздействий, на гидротехнические сооружения обеспеченности расчетных уровней должны быть не более: для сооружений I класса -1% (1 раз в 100 лет), II и III классов - 5 % (1 раз в 20 лет), а для IV класса - 10% (1 раз в 10 лет) по наивысшим годовым уровням в безледный период.

Примечание. Для берегоукрепительных сооружений в безливных морях обеспеченности расчетных уровней необходимо принимать:

по наивысшим годовым уровням - для подпорных гравитационных стен (волнозащитных) II класса - 1%; III класса - 25%; для искусственных пляжей без сооружений (IV класс) - 1%;

по среднегодовым уровням - для подпорных (волнозащитных) стен IV классы, бун и подводных волноломов IV класса - 50%; для искусственных пляжей с защитными сооружениями (буны, подводные волноломы - IV класс) -50%.

6*. Высоту ветрового нагона Δh_{set} , м, следует принимать по данным натурных наблюдений, а при их отсутствии (без учета конфигурации береговой линии и при постоянной глубине дна d) допускается определять по формуле

$$\Delta h_{set} = k_w \frac{V_w^2 L}{g(d + 0,5\Delta h_{set})} \cos \alpha_w, \quad (148)$$

где α_w - угол между продольной осью водоема и направлением ветра, град;

V_w - расчетная скорость ветра, определяемая по п. 9*;

L - разгон, м;

k_w - коэффициент, принимаемый по табл. 2*.

Таблица 2

$V_w, \text{ м/с}$	20	30	40	60
$k_w \cdot 10^6$	2,1	3	3,9	4,8

РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕТРА

7. При определении элементов ветровых волн и ветрового нагона должны приниматься обеспеченности расчетного шторма для сооружений I, II классов - 2% (1 раз в 60 лет) и III, IV классов - 4% (1 раз в 25 лет).

Для сооружений I и II классов допускается обеспеченность расчетного шторма принимать 1% (1 раз в 100 лет) при надлежащем обосновании.

8*. Сочетание обеспеченности скорости ветра с обеспеченностью уровня воды следует принимать для сооружений I и II классов, в том числе для условий водохранилищ при нормальном подпорном уровне (НПУ), согласно пп. 5* и 7 и уточнять по данным натурных наблюдений.

9*. Расчетную скорость ветра на высоте 10 м над поверхностью водоема V_w , м/с, следует определять по формуле

$$V_w = k_{fl} k_l V_l \quad (149)$$

где V_l - скорость ветра на высоте 10 м над поверхностью земли (водоема), соответствующая 10-минутному интервалу осреднения и обеспеченности, принимаемой по п. 7;

k_{fl} - коэффициент пересчета данных по скоростям ветра, измеренным по флюгеру,

принимаемый по формуле $k_{fl} = 0,675 + \frac{4,5}{V_l}$, но не более 1;

k_l - коэффициент приведения скорости ветра к условиям водной поверхности для водоемов (в том числе проектируемых) с характерной протяженностью до 20 км, принимаемый: равным единице при измерении скорости ветра V_l над водной поверхностью, над ровной песчаной (пляжи, дюны и прочее) или в покрытой снегом местности; по табл. 3* - при измерении скорости ветра над местностью типа А, В или С, устанавливаемого в соответствии с требованиями СНиП на ветровые нагрузки и дополнениями к нему.

Таблица 3*

Скорость ветра V_l , м/с	Значения коэффициента k_l при типе местности		
	А	В	С
10	1,1	1,3	1,47
15	1,1	1,28	1,44
20	1,09	1,26	1,42
25	1,09	1,25	1,39
30	1,09	1,24	1,38
35	1,09	1,22	1,36
40	1,08	1,21	1,34

10. При предварительном определении элементов волн среднее значение разгона, м, для заданной расчетной скорости ветра V_w , м/с, допускается определять по формуле

$$L = k_{vis} \frac{v}{V_w}, \quad (150)$$

где k_{vis} - коэффициент, принимаемый равным $5 \cdot 10^{11}$;

v - коэффициент кинематической вязкости воздуха, принимаемый равным 10^{-5} м²/с.

Значения предельного разгона L_u , м, допускается принимать по табл. 4 для заданной расчетной скорости ветра V_w , м/с.

Таблица 4

Скорость ветра V_w , м/с	20	25	30	40	50
Значения предельного разгона $L_u \cdot 10^{-3}$, м	1600	1200	600	200	100

11. Расчетные скорости ветра при разгонах менее 100 км допускается определять по данным натуральных наблюдений над максимальными ежегодными значениями скоростей ветра без учета их продолжительности.

12*. Расчетные скорости ветра при разгонах более 100 км следует определять с учетом их пространственного распределения (см. рекомендуемое прил.4*).

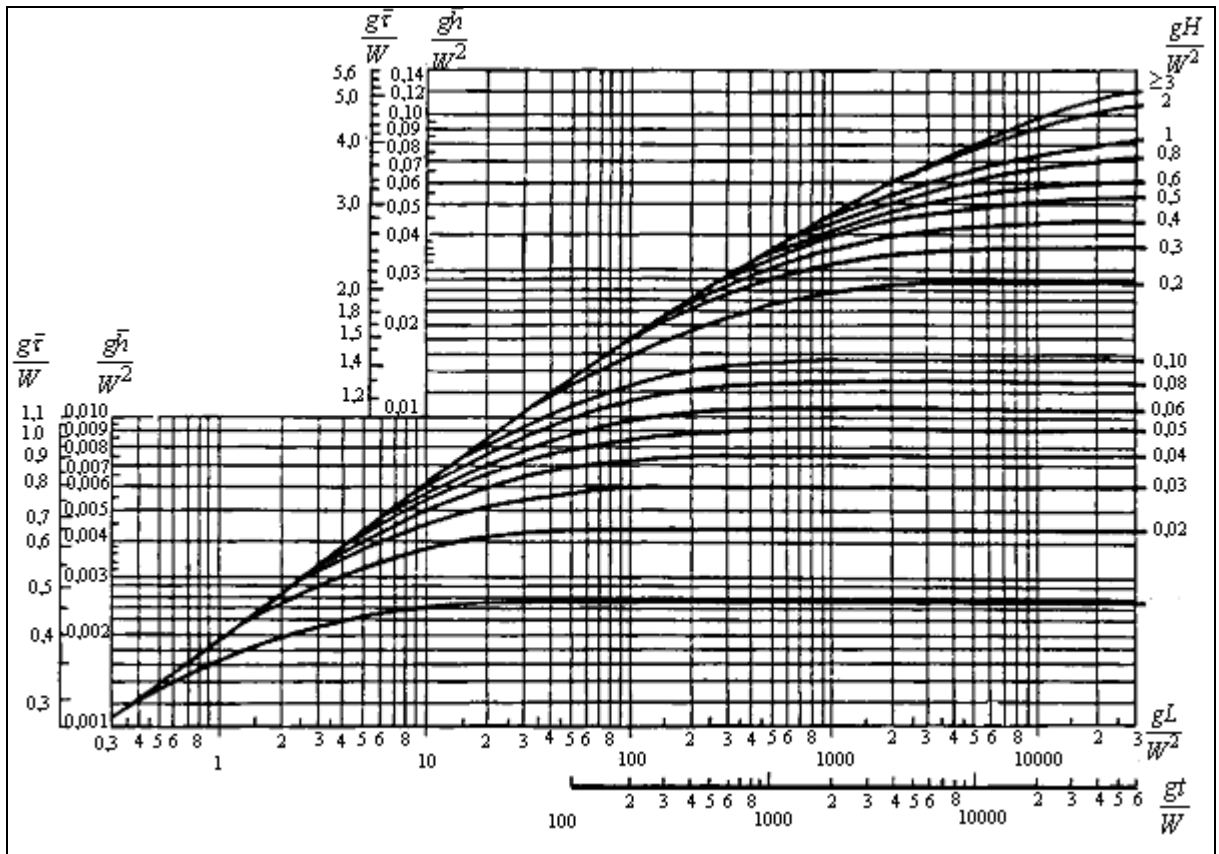


Рис. 1. Графики для определения элементов ветровых волн в глубоководной и мелководной зонах

ЭЛЕМЕНТЫ ВОЛН В ГЛУБОКОВОДНОЙ ЗОНЕ

13. Среднюю высоту \bar{h}_d , м, и средний период волн \bar{T} с, в глубоководной зоне необходимо определять по верхней огибающей кривой рис. 1. По значениям безразмерных величин gt/V_w и gL/V_w^2 , и верхней огибающей кривой необходимо определять значения \bar{gh}_d/V_w^2 и \bar{gT}/V_w и по меньшим их величинам принять среднюю высоту и средний период волн.

Среднюю длину волн $\bar{\lambda}_d$, м, при известном значении \bar{T} следует определять по формуле

$$\bar{\lambda}_d = \frac{\bar{gT}^2}{2\pi}. \quad (151)$$

Примечание. При переменных скоростях ветра вдоль разгона волн допускается принимать \bar{h}_d по результатам последовательного определения высоты волны для участков с постоянными значениями скорости ветра.

14*. При сложной конфигурации береговой черты среднюю высоту волны, м, необходимо определять по формуле

$$\bar{h}_d = 0,1\sqrt{25h_1^2 + 21(h_2^2 + h_{-2}^2)} + 13(h_3^2 + h_{-3}^2) + 3,5(h_4^2 + h_{-4}^2) \quad (152)$$

где \bar{h}_n , м, (при $n = 1; \pm 2; \pm 3; \pm 4$) - средние высоты волн, которые должны приниматься согласно рис. 1, по расчетной скорости ветра и проекциям лучей L_n , м, на направление главного луча, совпадающего с направлением ветра. Лучи проводятся из расчетной точки до

пересечения с линией берега с интервалом $\pm 22,5$ град от главного луча.

При наличии перед расчетным створом большого количества препятствий в виде островов с угловыми размерами менее $\pm 22,5$ град и суммой угловых размеров более $22,5$ град среднюю высоту волн \overline{h}_n , м, в секторе n необходимо определять по формуле

$$\overline{h}_n = \sqrt{\sum_{i=1}^{k_n} \chi_{ni} \overline{h_{ni}}^2 + \sum_{j=1}^{l_n} \nu_{nj} \overline{h_{nj}}^2}, \quad (152a)^*$$

где χ_{ni}, ν_{nj} - соответственно угловые размеры i -го препятствия и j -го промежутка между соседними препятствиями, отнесенные к углу $22,5$ град ($i=1,2,3,\dots,k_n; j=1,2,3,\dots,l_n$) в пределах n -го сектора, назначаемого в интервале $\pm 11,25$ град от направления луча.

Средние высоты волн $\overline{h_{ni}}, \overline{h_{nj}}$, м, следует определять по рис. 1 по расчетной скорости ветра и разгону L , равному проекциям лучей L_{ni} и L_{nj} , м, на направление ветра. Лучи L_{ni} и L_{nj} равны соответственно расстоянию от расчетной точки до пересечения с 1-м препятствием или подветренным берегом в j -м промежутке.

Средний период волн определяется по безразмерной величине $\overline{gT/V_w}$, которая принимается согласно рис. 1 при известной безразмерной величине $\overline{gh_d/V_w^2}$. Среднюю длину волн следует определять по формуле (151).

Примечание. Конфигураций береговой черты принимается сложной, если величина $L_{max}/L_{min} \geq 2$, где L_{max} и L_{min} - наибольший и наименьший лучи, проведенные из расчетной точки в секторе ± 45 град от направления ветра до пересечения с подветренным берегом.

15*. Высоту волны i %-ной обеспеченности в системе $h_{d,i}$, м, следует определять умножением средней высоты волн на коэффициент k_i , принимаемый по графикам рис. 2 для безразмерной величины gL/V_w^2 . При сложной конфигурации береговой черты значение gL/V_w^2 , должно приниматься по величине gh_d/V_w^2 , и верхней огибающей кривой рис.1.

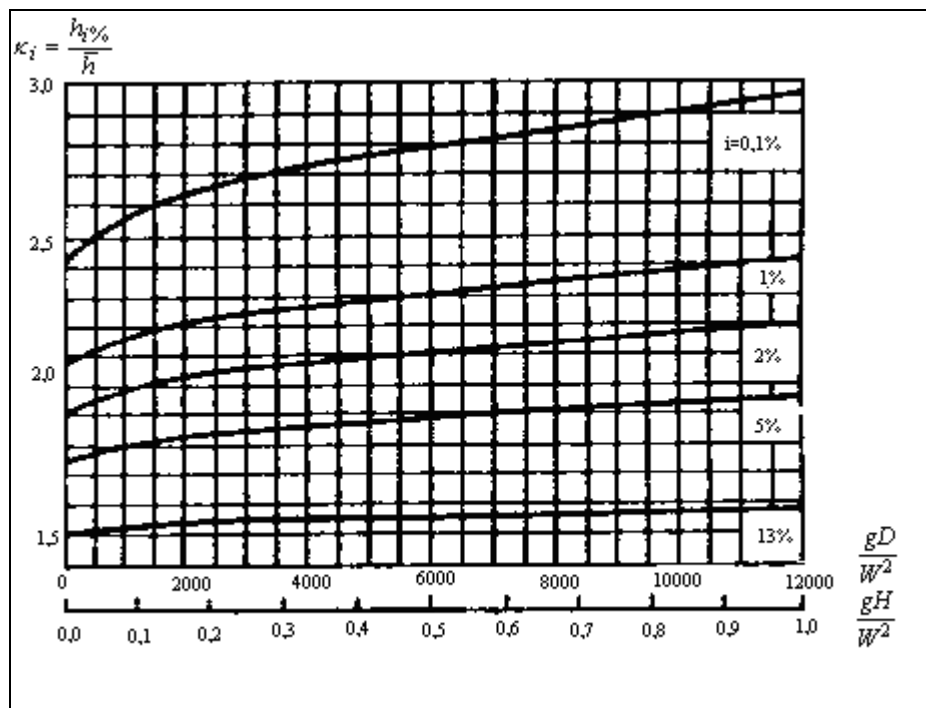


Рис. 2. Графики значений коэффициента k_i

Элементы волн с обеспеченностью по режиму 1; 2; 4% необходимо принимать по функциям распределения, определяемым по натурным данным, а при их отсутствии или недостаточности - по результатам обработки синоптических карт (см. рекомендуемое прил. 4*).

16. Превышение вершины волны над расчетным уровнем η_c , м, следует определять по безразмерной величине η_c/h_i (рис.3) для данного значения h_i / gT^α , принимая $d / \lambda_d = 0,5$.

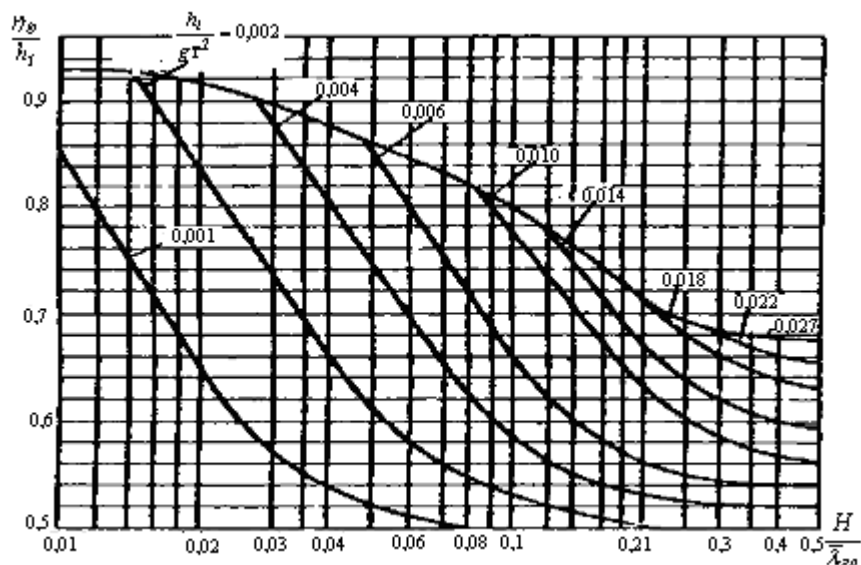


Рис. 3. Графики для определения значений η_c/h_i в мелководной и $\eta_{c,sur}/h_i$ в прибойной зонах

ЭЛЕМЕНТЫ ВОЛН В МЕЛКОВОДНОЙ ЗОНЕ

17. Высоту волн (i %-ной обеспеченности h_i , м, в мелководной зоне с уклонами дна 0,002 и более следует определять по формуле

$$h_i = k_t k_r k_l k_i h_d, \quad (153)$$

где k_t - коэффициент трансформации;
 k_r - коэффициент рефракции;
 k_l - обобщенный коэффициент потерь.

Коэффициенты k_t , k_r и k_l следует определять по п.18.

Длину волн, перемещающихся из глубоководной в мелководную зону, необходимо определять по рис. 4 при заданных безразмерных величинах d / λ_d и $h_{1\%} / gT^\alpha$, при этом период волн принимается равным периоду волн в глубоководной зоне.

Превышение вершины волны над расчетным уровнем η_c , м, следует определять по рис. 3 для данных безразмерных величин d / λ_d и h_i / gT^α .

18. Коэффициент трансформации необходимо принимать по графику 1 рис.5. Коэффициент рефракции должен определяться по формуле

$$k_r = \sqrt{\frac{a_d}{a}} \quad (154)$$

где a_d - расстояние между смежными волновыми лучами в глубоководной зоне, м;
 a - расстояние между теми же лучами по линии, проходящей через заданную точку мелководной зоны, м.

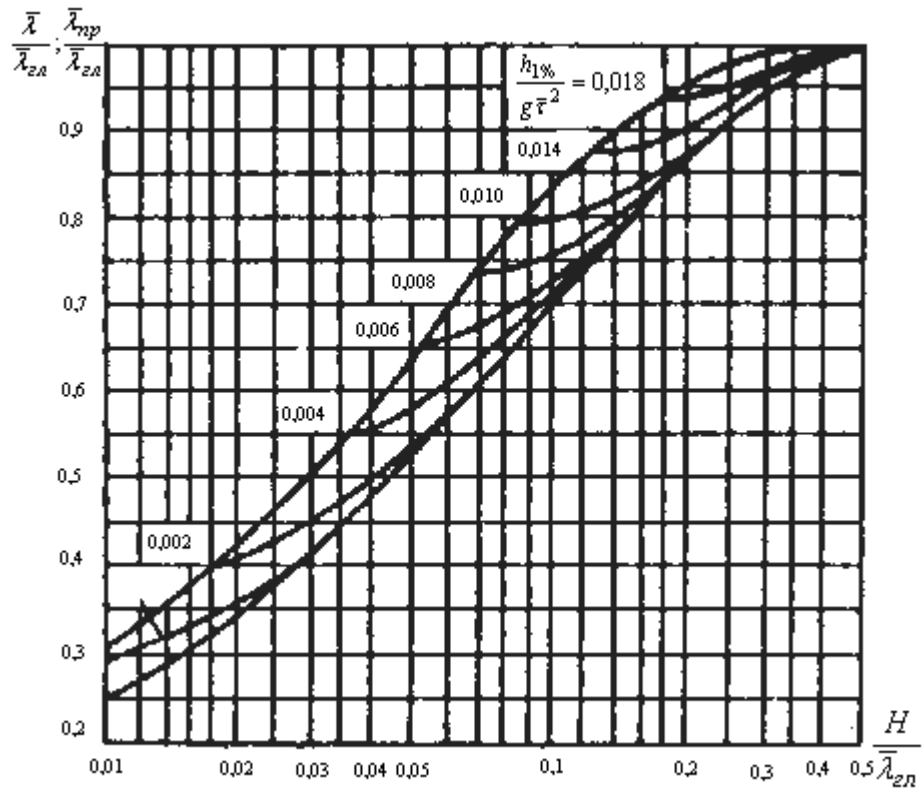


Рис. 4. Графики для определения значений $\frac{\bar{\lambda}}{\bar{\lambda}_{\text{дв}}}$ в мелководной и $\frac{\bar{\lambda}_{\text{дв}}}{\bar{\lambda}_{\text{дв}}}$ в прибойной зонах

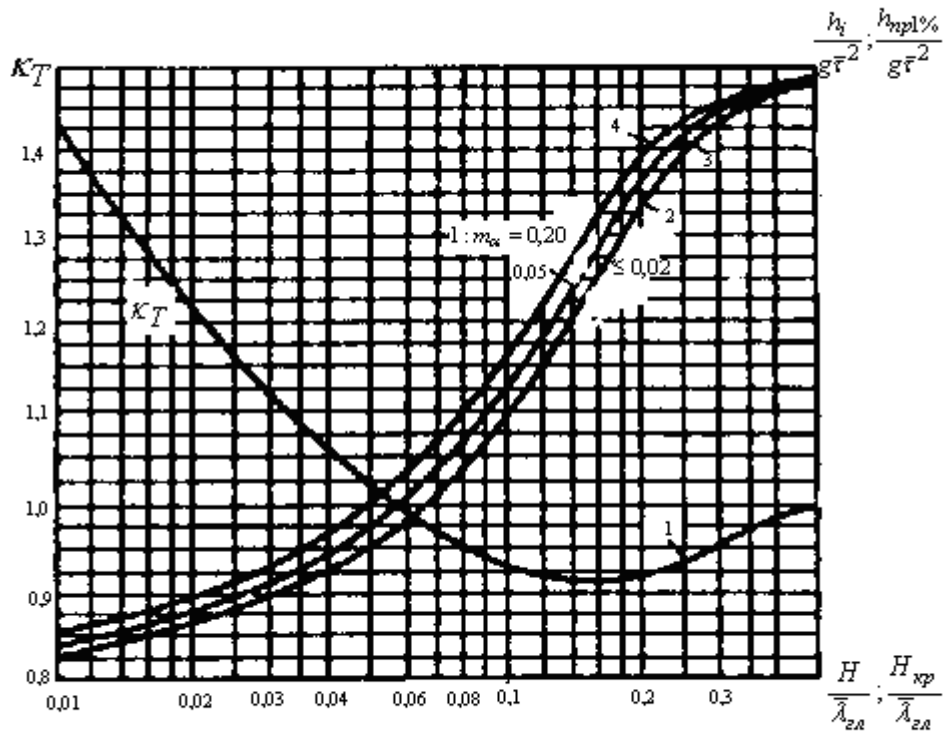


Рис. 5. Графики для определения 1 - коэффициента K_T ; 2,3 и 4 - величины $\frac{H_{\text{дв}}}{\bar{\lambda}_{\text{дв}}}$.

Лучи волн на плане рефракции в глубоководной зоне необходимо принимать по заданному направлению распространения волн, а в мелководной зоне их следует продолжать в соответствии со схемой и графиками рис. 6.

Обобщенный коэффициент потерь k_l должен определяться по заданным значениям величины $d / \bar{\lambda}_d$ и уклону дна i (табл. 5); при уклонах дна 0,03 и более следует принимать значение обобщенного коэффициента потерь равным единице.

Примечание. Значение коэффициента k_r , допускается принимать по результатам определения коэффициентов рефракции для волновых лучей, проводимых из расчетной точки в направлениях через 22,5 град от главного луча.

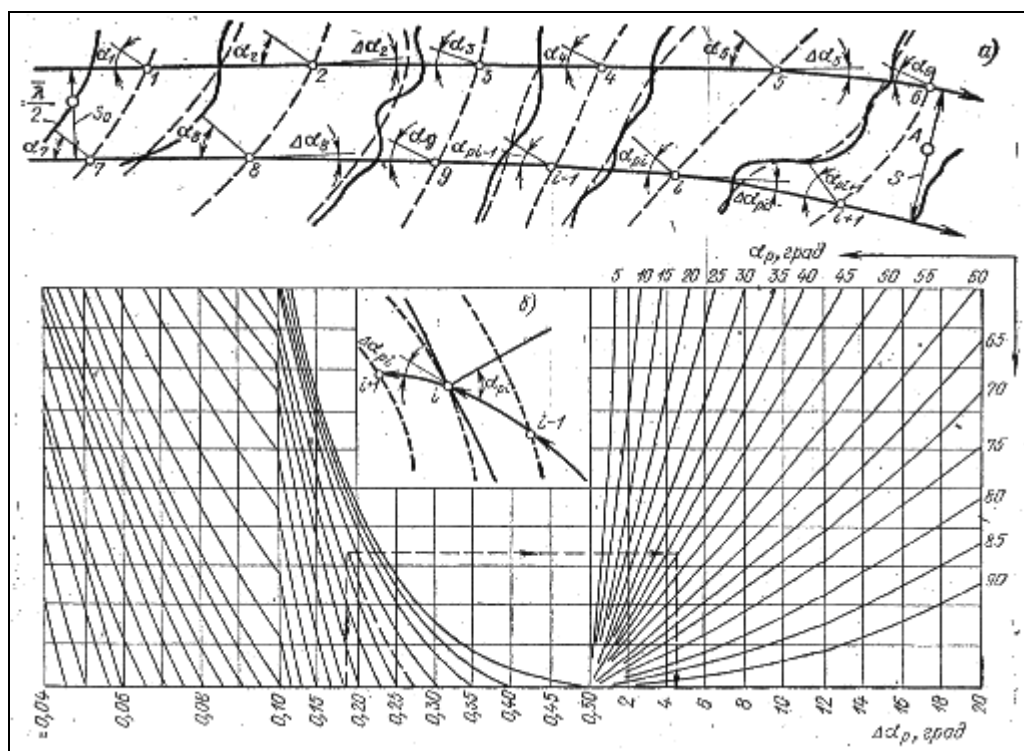


Рис. 6. Схема (а) и графики (б) для построения плана рефракции

Таблица 5

Относительная глубина $d / \bar{\lambda}_d$	Значения коэффициента k_l при уклонах дна i	
	0,025	0,02-0,002
0,01	0,82	0,66
0,02	0,85	0,72
0,03	0,87	0,76
0,04	0,89	0,78
0,06	0,9	0,81
0,08	0,92	0,84
0,1	0,93	0,86
0,2	0,96	0,92
0,3	0,98	0,95
0,4	0,99	0,98
0,5 и более	1	1

19. Среднюю высоту и средний период волн в мелководной зоне с уклонами дна 0,001 и менее необходимо определять по графикам рис.1. По безразмерным величинам gL/V_w^2 и gd/V_w^2 принимаются значения \bar{gh}/V_w^2 и \bar{gT}/V_w^2 и по ним определяются \bar{h} и \bar{T} .

Высоту волны i % - ной обеспеченности в системе следует определять умножением средней высоты волн на коэффициент k_i , принимаемый по графикам рис. 2. По безразмерным величинам gL/V_w^2 и gd/V_w^2 определяются значения коэффициента k_i , из которых принимается наименьший.

Среднюю длину волн при известном значении среднего периода следует определять в соответствии с п.13.

Превышение вершины волны над расчетным уровнем должно определяться по рис.3.

Примечание. Элементы волн, перемещающихся из мелководной зоны с уклонами дна 0,001 и менее в зону с уклонами дна 0,002 и более, необходимо определять согласно пп.17 и 18, при этом принимается значение исходной средней высоты $\bar{h} = \bar{h}_d$.

ЭЛЕМЕНТЫ ВОЛН В ПРИБОЙНОЙ ЗОНЕ

20. Высоту волн в прибойной зоне $h_{sur1\%}$, м, необходимо определять для заданных уклонов дна i по графикам 2, 3 и 4 рис. 5; при этом по безразмерной величине $d/\bar{\lambda}_d$ принимается значение $h_{sur1\%}/gT^{-2}$ и соответственно определяется $h_{sur1\%}$.

Длину волны в прибойной зоне $\bar{\lambda}_{sur}$, м, следует определять по верхней огибающей кривой рис.4, превышение вершины волны над расчетным уровнем $\eta_{c,sur}$, - по верхней огибающей кривой рис.3.

21. Критическая глубина d_{cr} , м, при первом обрушении волн должна определяться для заданных уклонов дна i по графикам 2, 3 и 4 рис.5 методом последовательных приближений. По ряду задаваемых значений глубин d в соответствии с пп.17 и 18 определяются величины h_i/gT^{-2} и по графикам 2, 3 и 4 рис.5 - соответствующие им значения $d_{cr}/\bar{\lambda}_d$, из которых принимается d_{cr} , численно совпадающее с одной из задаваемых глубин d .

22. Критическую глубину, соответствующую последнему обрушению волн $d_{cr,u}$ при постоянном уклоне дна, следует определять по формуле

$$d_{cr,u} = k_u^{n-1} d_{cr} \quad (155)$$

где k_u - коэффициент, принимаемый по табл.6;

n - число обрушений (включая первое), принимаемое из ряда $n=2,3$ и 4 при выполнении неравенств

$$k_u^{n-1} \geq 0,43 \quad \text{и} \quad k_u^{n-1} < 0,43$$

При определении глубины последнего обрушения $d_{cr,u}$, и коэффициент k_u или произведение коэффициентов не должны приниматься менее 0,35.

При уклонах дна более 0,05 следует принимать значение критической глубины $d_{cr} = d_{cr,u}$.

Примечание. При переменных уклонах дна допускается принимать $d_{cr,u}$ по результатам последовательного определения критических глубин для участков дна с постоянными уклонами.

ЭЛЕМЕНТЫ ВОЛН НА ОГРАЖДЕННОЙ АКВАТОРИИ

23. Высоту дифрагированной волны h_{dif} , м, на огражденной акватории необходимо определять по формуле

$$h_{dif} = k_{dif} h_i, \quad (156)$$

где k_{dif} - коэффициент дифракции воли, определяемый согласно пп.24, 25 и 26;

h_i - высота исходной волны i %-ной обеспеченности.

В качестве расчетной длины принимается исходная длина $\bar{\lambda}$ на входе в акваторию.

24. Коэффициент дифракции волн k_{dif} , для акватории, огражденной одиночным молотом (при заданном значении угла β , град, относительном расстоянии от головы мола до точки в расчетном створе $r/\bar{\lambda}$ и значении угла φ , град), следует принимать в соответствии со схемой и графиками рис.7 согласно штриховой линии со стрелками.

Таблица 6

Уклон дна i	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1	15	2	25	3	35	4	45	5
Коэффициент k_u	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
	5	3	6		5	2		7	5

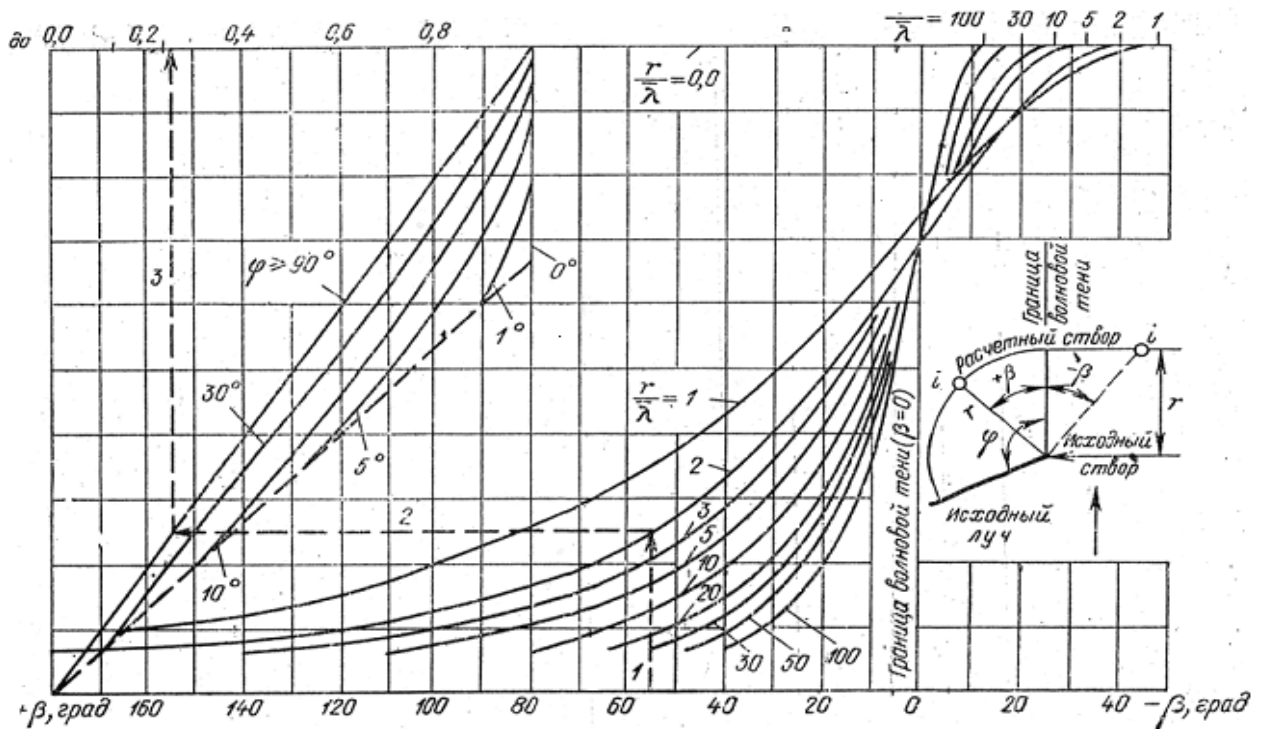


Рис.7. Графики для определения значений коэффициента $k_{dif,s}$

25. Коэффициент дифракции волн $k_{dif,c}$ на акватории, огражденной сходящимися молами, необходимо определять по формуле

$$k_{dif,c} = k_{dif,s} \psi_c, \quad (157)$$

где ψ_c - коэффициент, принимаемый по рис.8 для данных значений d_c и $k_{dif,sp}$.

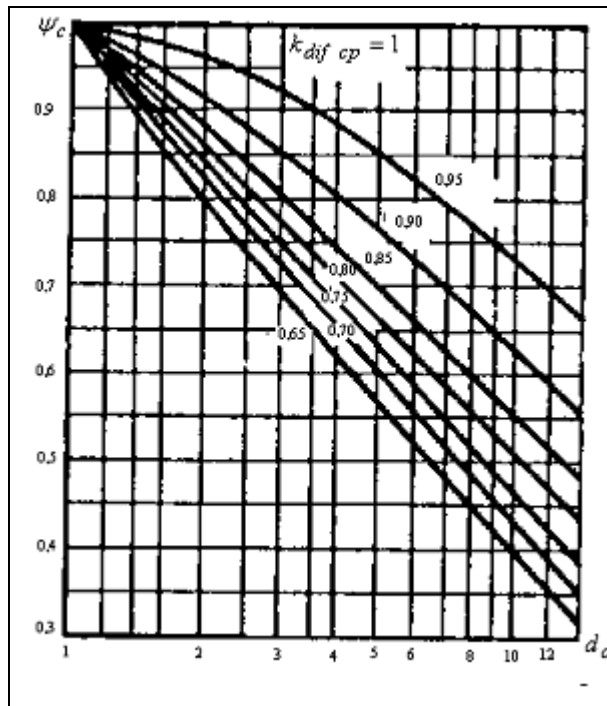


Рис.8. Графики значений коэффициента ψ_c

Величина d_c определяется по формуле

$$d_c = \frac{l_1 + l_2 + b}{2b}$$

где l_1 и l_2 - расстояния от границ волновой тени (ГВТ) до границ дифракции волн (ГДВ), принимаемые в соответствии со схемой и графиками рис.9 согласно штриховой линии со стрелками;

b - ширина входа в порт, м, принимаемая равной проекции расстояния между головами молв на фронт исходной волны.

Значение коэффициента $k_{dif, cp}$ определяется так же, как и k_{dif} , согласно п.24 для точки пересечения главного луча с фронтом волн в расчетном своре.

Положение главного луча на схеме рис.9, а необходимо принимать по точкам, расположенным от границы волновой тени (ГВТ) мола с меньшим углом φ_i , град, на расстояниях x , м, определяемых по формуле

$$x = \frac{l_1 l_{\alpha 1} - l_{\alpha 1} (l_2 - b)}{l_{\alpha 1} + l_{\alpha 2}}, \quad (159)$$

где $l_{\alpha 1}$ и $l_{\alpha 2}$ - величины, принимаемые в соответствии со схемой и графиками рис.9.

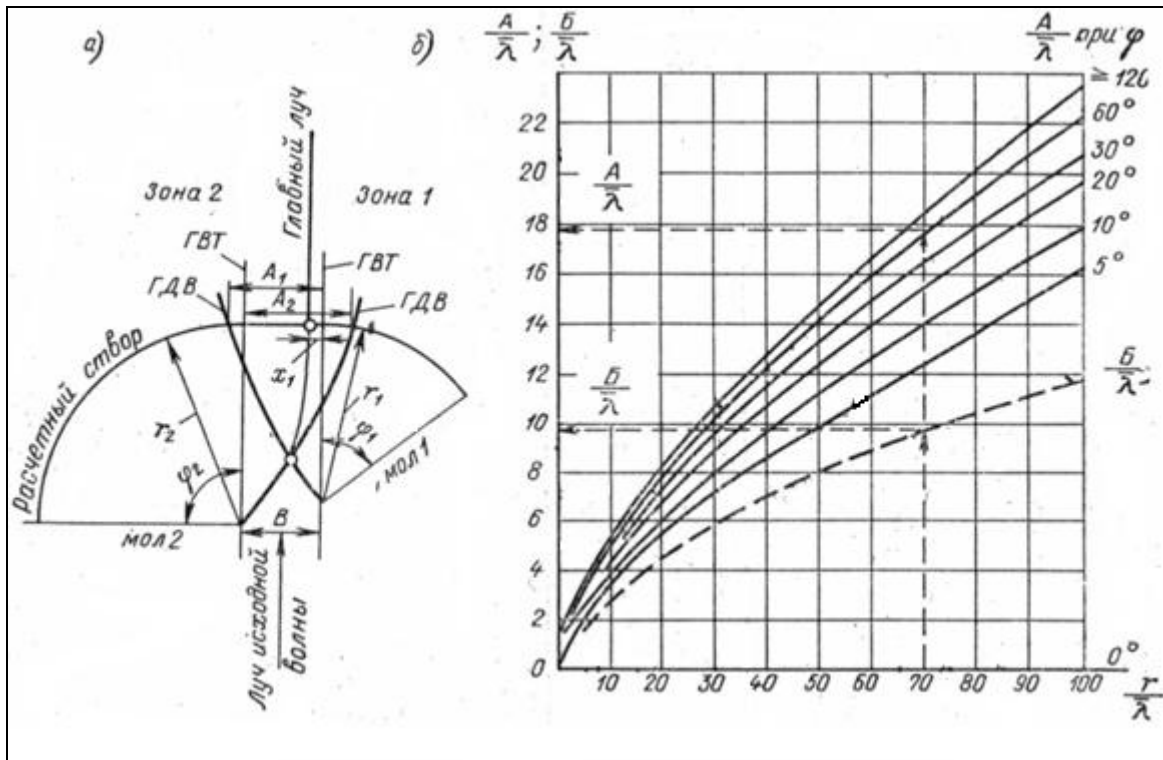


Рис. 9. Схема (а) и графики (б) для определения величин i и l_α

26. Коэффициент дифракции волн $k_{dif,b}$ для акватории, огражденной волноломом, должен определяться по формуле

$$k_{dif,b} = \sqrt{k_{dif,s1}^2 + k_{dif,s2}^2}, \quad (160)$$

где $k_{dif,s1}$ и $k_{dif,s2}$ - коэффициенты дифракции волн, определяемые для головных участков волнолома согласно п.24.

27. Высоту дифрагированной волны с учетом отражения ее от сооружений и преград $h_{dif,r}$, м, в данной точке огражденной акватории необходимо определять по формуле

$$h_{dif,r} = (k_{dif} + k_{ref})h_i, \quad (161)$$

$$\text{где } k_{ref} = k_{dif,s} k_r k_p k_{ref,i} e^{-0,08 \frac{r}{\lambda} \sqrt{\cos \theta_r}}; \quad (162)$$

$k_{dif,s}$ - коэффициент дифракции в створе отражающей поверхности, определяемый согласно пп.24, 25 и 26;

k_r и k_p - коэффициенты, определяемые согласно п.1.14*;

θ_r - угол между фронтом волны и отражающей поверхностью, град;

r/λ - относительное расстояние от отражающей поверхности до расчетной точки по лучу отраженной волны, при этом направление луча отраженной волны должно приниматься из условия равенства углов подхода и отражения волн;

$k_{ref,i}$ - коэффициент отражения, принимаемый по табл.7; при угле наклона отражающей поверхности к горизонту более 45 град следует принимать коэффициент отражения $k_{ref,i} = 1$.

Примечание. Высоту волны на огражденной акватории с меняющимися глубинами допускается уточнять согласно пп.17 и 18 при надлежащем обосновании.

Пологость волны $\bar{\lambda}/h_{dif}$	Значения $k_{ref,i}$ при уклонах отражающей поверхности i		
	1	0,5	0,25
10	0,5	0,02	0,0
15	0,8	0,15	0,0
20	1	0,5	0,0
30	1	0,7	0,05
40	1	0,9	0,18

Додаток 2

СНиП 2.06. 04-82.

ТЕРМИНОЛОГИЯ И ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ТЕРМИНОЛОГИЯ

Гравитационные ветровые волны - вызванные ветром волны, в формировании которых основную роль играет сила тяжести.

Элементы волны (основные) - высота, длина и период волны.

Нерегулярные волны - волны, элементы которых изменяются случайным образом.

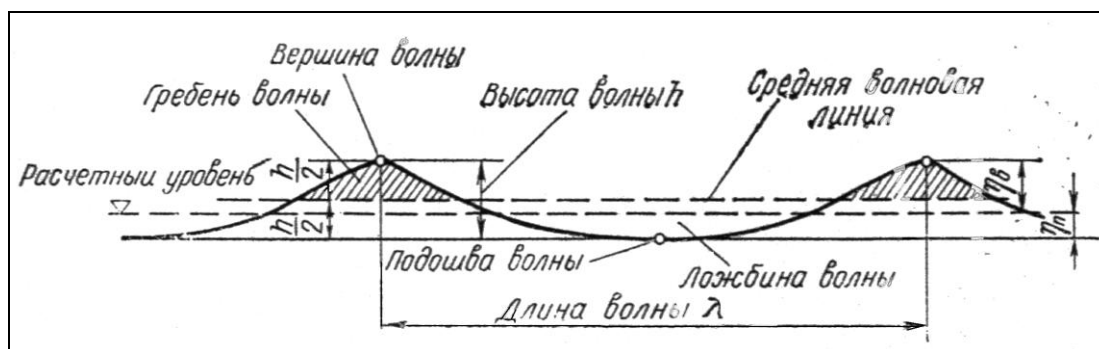
Регулярные волны - волны, высота и период которых остаются неизменными в данной точке пространства, занятого жидкостью.

Поступательные (бегущие) волны - волны, видимая форма которых перемещается в пространстве.

Стоячие волны - волны, видимая форма которых в пространстве не перемещается.

Система волн - ряд последовательных волн, имеющих одно происхождение.

Профиль волны (главный) - линия пересечения взволнованной поверхности с вертикальной плоскостью в направлении луча волны (рис.1).



Профиль и элементы волны

Средняя волновая линия - линия, пересекающая запись волновых колебаний так, что суммарные площади выше и ниже этой линии одинаковы. Для регулярной волны - горизонтальная линия, проведенная на уровне полусуммы отметок ее вершины и подошвы.

Гребень волны - часть волны, расположенная выше средней волновой линии.

Вершина волны - наивысшая точка гребня волны.

Ложбина волны - часть волны, расположенная ниже средней волновой линии.

Подошва волны - наинизшая точка ложбины волны.

Высота волны - превышение вершины волны над соседней подошвой на волновом профиле.

Длина волны - горизонтальное расстояние между вершинами двух смежных гребней на волновом профиле.

Период волны - интервал времени между прохождением двух смежных вершин волн через фиксированную вертикаль.

Фронт волны - линия на плане взволнованной поверхности, проходящая по вершинам гребня данной волны.

Луч волны - линия, перпендикулярная фронту волны в данной точке.

Скорость волны - скорость перемещения гребня волны в направлении ее распространения.

Расчетный шторм - шторм, наблюдающийся один раз в течение заданного ряда лет (25, 50 и 100) с такой скоростью, направлением, разгоном и продолжительностью действия ветра, при которых в расчетной точке формируются волны с максимальными за этот ряд элементами.

Расчетная скорость ветра (при определении элементов волн) - скорость ветра на высоте 10 м над уровнем воды.

Расчетный уровень воды - уровень, назначаемый с учетом сезонных и годовых колебаний, ветрового нагона воды, приливов и отливов.

Разгон волн — протяженность охваченной ветром акватории, измеренная по направлению ветра до расчетной точки.

Волновое давление - доля (составляющая) гидродинамического давления, обусловленная волнением на свободной поверхности жидкости. Волновое давление определяется как разность значений гидродинамического давления в данной точке пространства, занятого жидкостью, при наличии волн и при их отсутствии.

ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

V_w - скорость ветра;

η_c - превышение вершины волны над расчетным уровнем;

η_t - понижение подошвы волны от расчетного уровня;

h — высота волны;

λ - длина волны;

k - волновое число;

T - период волны;

ω - круговая частота волны;

c - скорость волны;

h/λ - крутизна волны;

λ/h - пологость волны;

h_i, λ_i, T_i - соответственно высота, длина и период волн i % - ной обеспеченности в системе;

$\bar{h}, \bar{\lambda}, \bar{T}$ - соответственно средняя высота, длина и период волн;

d - глубина воды при расчетном уровне;

d_{cr} - критическая глубина воды, при которой происходит первое обрушение волн;

$d_{cr,u}$ - глубина воды, при которой происходит последнее обрушение волн;

Q - сила от воздействия волн на сооружение, преграду;

P - линейная нагрузка (линейная распределенная нагрузка на единицу длины сооружения, преграды);

p - волновое давление;

ρ - плотность воды;

g - ускорение свободного падения;

φ - угол наклона откоса (или дна) к горизонту;

i - уклон дна.

Додаток 3

Таблиця 1 .

Варіанти і початкові дані для домашнього завдання і ін. практичних робіт

Варіант (Перша буква прізвища студента)	Пункт / роки спостережень	Напрямок вітру	Швид- кість вітру м/с	Глибини біля причалу, м	Соло- ність води ‰	Товщи на льоду, м	Площа крижа- ного поля, м ²	Швид- кість течії, м/с	Т-ра за 3 дні до льодо- утво- рення
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А, Б, В, Г	Приморське	ПдС	22	9	10	70	10000	0,40	3
Д, Е, Ж, З	Одеса	Пд	27	10	16	69	15000	0,30	5
И, К, Л, М	Очаків	ПдЗ	24	14	15	65	20000	0,50	5
Н, О, П, Р	Хорли	З	23	7	17	55	9000	0,35	4
С, Т, У, Ф	Чорноморське	ПнЗ	31	8	17	60	8000	0,35	4
Х, Ц, Ч, Ш	Евпаторія	ПнЗ	32	6	17	63	7000	0,40	3
Щ, Э, Ю	Севастополь	ПдЗ	31	18	18	50	5000	0,60	3

Таблиця 2 .

Сведения о среднемноголетних уровнях воды в с.-з. части Черного моря

Пункт / роки спостережень	Багаторічні значення середніх місячних і середньорічних рівнів Чорного моря, см												Разрах. швидк. вітру м/с
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Приморське (1951-1985)	434	487	489	490	492	492	487	485	480	476	476	480	22
Одеса (1923-1985)	476	477	479	484	489	489	484	478	473	470	470	476	27
Очаків (1923-1985)	472	474	476	480	488	487	481	475	469	466	466	471	24
Хорли (1923-1985)	469	472	473	479	485	486	484	478	470	464	464	468	23
Чорноморське (1927-1985)	481	483	484	487	492	493	490	486	480	476	476	480	31
Евпаторія (1923-1985)	476	478	479	483	488	490	487	482	476	470	470	475	32
Севастополь (1923-1985)	472	473	474	477	482	483	481	476	469	464	464	469	31