

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
ПО ВИВЧЕННЮ ДИСЦИПЛІНИ**

“ГІДРАВЛІКА РІЧОК ТА ВОДОЙМИЩ”

Напрямок підготовки *“Екологія, охорона навколишнього середовища
та збалансоване природокористування”*
Спеціалізація *“Гідроекологія”*

“Затверджено”
на засіданні методичної комісії
природоохоронного факультету
Протокол № 7 від 15.03.2012р.

Одеса - 2012

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів III курсу денної форми навчання по вивченню дисципліни **“Гідравліка річок та водоймищ”**, напрям підготовки **“Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”**, спеціалізація **“Гідроекологія”**,/ к.геогр.н., доц. Даус М.Є./ – Одеса, ОДЕКУ, 2012. – 15 с.

ЗМІСТ

	Загальні положення.....	4
	Базові питання	5
	Вступ.....	7
1	Гідростатика.....	7
	Питання для самоперевірки.....	8
	Список літератури.....	8
2	Гідродинаміка.....	8
	Питання для самоперевірки.....	9
	Список літератури.....	9
3	Гідравлічні опори в безнапірному потоці.....	10
	Питання для самоперевірки.....	10
	Список літератури.....	10
4	Нерівномірний усталений рух води у відкритих призматичних руслах.....	10
	Питання для самоперевірки.....	10
	Список літератури.....	11
5	Неусталений рух води в природних (річкових) руслах.....	11
	Питання для самоперевірки.....	11
	Список літератури.....	12
6	Рух потоку зі змінною витратою.....	12
	Питання для самоперевірки.....	12
	Список літератури.....	13
7	Улоговини озер і їх терміка.....	13
	Питання для самоперевірки.....	13
	Список літератури.....	13
8	Рух озерної води.....	14
	Питання для самоперевірки.....	14
	Список літератури.....	14

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Методичні вказівки складені відповідно з програмою дисципліни “Гідравліка річок та водоймищ”. Вони покликані допомогти студентам цілеспрямовано вивчити основні розділи дисципліни “Гідравліка річок та водоймищ”, вибрати з літератури саме ті положення, які передбачені робочою програмою. Методичні вказівки повинні полегшити роботу студентів при самостійному вивченні дисципліни та при підготовці до модульних контрольних робіт.

Методичні вказівки конкретизують питання, представлені в робочій програмі, що підлягають обов’язковому засвоєнню студентами.

Метою вивчення дисципліни “Гідравліка річок та водоймищ” є формування уяви студентів про основні поняття гідравліки, закони руху і рівноваги рідини, закони нерівномірного усталеного руху води у відкритих призматичних руслах, закони руху потоку зі змінною витратою, руху озерної води та пристосування цих законів для вирішення широкого кола прикладних задач.

Загальний обсяг навчального часу становить 136 години, з них на лекційний курс відводиться 34 години, на практичні заняття – 34 години, на самостійну роботу студентів – 68 годин.

Знання та вміння отримані в результаті вивчення дисципліни “Гідравліка річок та водоймищ” необхідні для розвитку багато численних галузей народного господарства, пов’язаних з використанням водних ресурсів країни. В результаті вивчення курсу гідравліки студент повинен **знати** основні поняття гідравліки, закони руху і рівноваги рідини, закони нерівномірного усталеного руху води у відкритих призматичних руслах, закони руху потоку зі змінною витратою, руху озерної води.

Після вивчення дисципліни студенти повинні **вміти** пристосовувати ці закони для вирішення широкого кола прикладних задач.

Контроль поточних знань здійснюється на базі кредитно-модульної системи контролю згідно робочої програми.

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.

Основна література

1. Даус М.Є. Гідравліка річок та водоймищ. Конспект лекцій. – Одеса: Екологія, 2011. – 128 с.
2. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни “Гідравліка річок та водоймищ”. – Одеса: ТЕС, 2004. – 39 с.

Додаткова література

1. Спицын И.П., Соколова В.А. “Общая и речная гидравлика”, Л.:Гидрометеиздат, 1990. – 358 с.
2. Константинов Ю.М. “Гидравлика”.–К.:Вища школа, 1982.– 398 с.
3. Справочник по гидравлическим расчетам/Под ред. Киселева П.Г. – М.: Энергия. 1972. – 312 с.
4. Андреевская А.В., Панова М.В. Задачник по гидравлике. – М.: Энергия, 1970. – 306 с.
5. Чугаев Р.Р. “Гидравлика”. – М.:Энергия, 1982. – 670 с.
- 6.Грушевский М.С. Неустановившееся движение воды в реках и каналах. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 288 с.
- 7.Кюнж Ж.А., Холли Ф.М., Вервей А. Численные методы в задачах речной гидравлики. – М.: Энергоиздат, 1985. – 253с.

Базові питання

1. Що таке рідина?
2. Які є класи рідини?
3. Що таке густина рідини, її стисливість?
4. В'язкість рідини.
5. Основне поняття гідростатики.
6. Властивості гідростатичного тиску.
7. Траєкторія руху частки рідини. Лінія течії.
8. Поняття “ елементарна струминка”, “ елементарна витрата”.
9. Поняття “ місцева швидкість”, “ середня швидкість”.
10. Поняття “ змочений периметр”, “ гідравлічний радіус”.
11. Поняття “ живий перетин потоку”.
12. Площа живого перетину. Навести приклад.
13. Види руху рідини в залежності від зміни гідравлічних характеристик по довжині потоку та у часі.
14. Рівняння нерозривності у випадку усталеного руху.
15. Ламінарний режим руху рідини.
16. Турбулентний режим руху рідини.
17. Число Рейнольда.
18. Рівняння Бернуллі для елементарної струминки рідини.
19. Втрати напору в потоці.
20. Формула Шезі для швидкості та витрати.
21. Поняття модуля швидкості та модуля витрати.
22. Питома енергія перетину.

23. Графік питомої енергії.
24. Рівняння критичного стану потоку.
25. Число Фруда.
26. Три форми рівняння для розрахунку кривої вільної поверхні.
27. Види природних і штучних русел, у яких спостерігається рух потоку з перемінною витратою по довжині русла.
28. Запис рівняння Мещерського для елементарної струмини потоку води в руслі.
29. Система рівнянь Сен-Венана й умови їхньої застосовності для розрахунку неусталеного руху.
30. Модель динамічної хвилі.
31. Модель дифузійної хвилі.
32. Модель кінематичної хвилі.
33. Зовнішні фактори, під дією яких відбувається перетворення улоговин озер. Зони озерних улоговин.
34. Типи водосховищ за побудовою улоговин.
35. Ділянки озер, які мають складні обриси у плані та пересічений рельєф дна.
36. Ділянки улоговини в крупних водосховищах.
37. Розподіл температур у озері. Поняття прямої і зворотної температурної стратифікації, гомотермії, мезотермії і діхотермії.
38. Термічні зони озера.
39. Призначення гідравлічних характеристик водоймищ.
40. Особливості режиму водоймищ.
41. Елементи хвиль, характеристика крутизни хвилі.
42. Рівняння балансу хвильової енергії та його складових.
43. Поняття денівеляції водної поверхні, визначення дрейфових , градієнтних і змішаних течій.
44. Рівняння розподілу швидкості по вертикалі.

ВСТУП

Дисципліна “Гідравліка рік та водоймищ” займає особливе місце в навчальному плані студентів – гідроекологів. Опираючись на знання вищої математики, фізики, теоретичної механіки, вона, з одного боку, готує основу для вивчення ряду спеціальних предметів (“Гідроекологічні основи водного господарства”, “Математичне моделювання гідроекологічних систем”, “Гідроекологічна експертиза водогосподарського комплексу”, “Гідродинамічні процеси на річках та водоймах”), а з іншого – повинна дати знання, що необхідні для вирішення ряду конкретних практичних задач, які пов’язані з різноманітними випадками руху рідини.

Вивчення дисципліни починається із пояснення визначення гідравліки як науки, що це наука про закони руху та рівноваги рідини і про способи практичного застосування цих законів в інженерній практиці.

Для гідравліки найбільш характерний експериментально-теоретичний метод. Він дозволяє знаходити достатньо точні та прості рішення в різноманітних випадках руху рідини.

Курс гідравліки складається із двох великих розділів – загальної гідравліки та гідравліки відкритих русел та водоймищ.

Розвиток гідравліки як науки тісно пов’язаний з використанням людиною такого елемента природи, як вода. Тому важливо знати і застосовувати визначення рідини, класи рідини, основні фізичні властивості води – густину, стисливість, розширення внаслідок нагрівання, опір розтяжним зусиллям, в’язкість, а також сили, діючі на рідину – масові і поверхневі.

Короткі повідомлення з історії розвитку гідравліки допомагають зрозуміти значення знань цієї науки для розвитку багатьох численних галузей народного господарства, пов’язаних з використанням водних ресурсів країни.

1 ГІДРОСТАТИКА

Основне поняття гідростатики – гідростатичний тиск в даній точці. Властивості гідростатичного тиску.

Основне рівняння гідростатики в диференційній формі. Закон розподілу гідростатичного тиску по глибині, якщо рідина знаходиться тільки під дією сили тяжіння. Закон Паскаля.

Сумарний гідростатичний тиск на плоску фігуру будь-якої форми. Сумарний гідростатичний тиск на криволінійну поверхню.

Питання для самоперевірки

1. Як розширюється рідина внаслідок нагрівання?
2. Як опирається рідина розтягуючим зусиллям?
3. Капілярність.
4. Сили, що діють на рідину – масові та поверхневі.
5. Що вивчає гідростатика?
6. Основне рівняння гідростатики в диференціальній формі.
7. Доведення двох властивостей гідростатичного тиску.
8. Одиниці вимірювання гідростатичного тиску.
9. Закон розподілу гідростатичного тиску по глибині в рідині, яка знаходиться під дією сили тяжіння.
10. Закон Паскаля.

Список літератури

1. Даус М.Є. Гідравліка річок та водоймищ. Конспект лекцій. – Одеса: Екологія, 2011.– стор. 12 – 23.
2. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни “Гідравліка річок та водоймищ”. – Одеса: ТЕС, 2004. – 39 с.
3. Спицын И.П., Соколова В.А. “Общая и речная гидравлика”, Л:Гидрометеиздат, 1990. – стор. 20-26, 33-35, 40-43.
4. Константинов Ю.М. “Гидравлика”. –К.: Вища школа, 1982. – стор. 13-16, 25-26, 29-33.
5. Справочник по гидравлическим расчетам/Под ред. Киселева П.Г. – М.: Энергия, 1972. – стор.15 – 16.
6. Андреевская А.В., Панова М.В. Задачник по гидравлике. – М.: Энергия, 1970. – стор.11- 25.
7. Чугаев Р.Р. “Гидравлика”. – М.:Энергия, 1982. – стор.32 – 41, 53– 57.

2 ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ РУХУ РІДИНИ

Види руху рідини і його характеристики – траєкторія руху, лінія струму, елементарна цівка, елементарна витрата, живий переріз, місцева швидкість, середня швидкість, витрата рідини, площа живого перерізу, змочений периметр, гідравлічний радіус, ухил потоку, ухил вільної поверхні.

Режими руху рідини – ламінарний, турбулентний. Типи руху рідини: безнапірний та напірний, рівномірний та нерівномірний, усталений та неусталений, спокійний та бурхливий.

Рівняння нерозривності у випадку усталеного руху.

Два режими руху рідини. Досліди Рейнольдса. Число Рейнольдса.
Рівняння Бернуллі для елементарної цівки рідини. Інтерпретації
рівняння Бернуллі. Рівняння Бернуллі для потоку реальної рідини. Втрати
напору по довжині та місцеві втрати. Закон додавання втрат напору.

Питання для самоперевірки

1. Траєкторія руху частки рідини. Лінія течії.
2. Поняття “ елементарна струминка”, “ елементарна витрата”.
3. Поняття “ місцева швидкість”, “ середня швидкість”.
4. Поняття “ змочений периметр”, “ гідравлічний радіус”.
5. Поняття “ живий перетин потоку”.
6. Площа живого перетину. Навести приклад.
7. Ламінарний режим руху рідини.
8. Турбулентний режим руху рідини.
9. Число Рейнольда.
10. Рівняння Бернуллі для елементарної струминки рідини.
11. Теорема зміни кінетичної енергії.
12. Визначення рівномірного і нерівномірного руху потоку.
13. Визначення усталеного та неусталеного руху потоку.
14. Визначення напірного і безнапірного руху потоку.
15. Визначення руху потоку, який плавно змінюється та такого, який повільно змінюється .
16. Уклон потоку.
17. Функція $h_f = f(v)$ в залежності від режиму руху рідини.
18. Геометрична інтерпретація рівняння Бернуллі.
19. Енергетична інтерпретація рівняння Бернуллі.
20. Закон додавання втрат напору.

Список літератури

1. Даус М.Є. Гідравліка річок та водоймищ. Конспект лекцій. – Одеса: Екологія, 2011. – стор. 24 – 48.
2. Спицын И.П., Соколова В.А. “Общая и речная гидравлика”, Л: Гидрометеоздат, 1990. – стор. 47 – 95.
3. Константинов Ю.М. “Гидравлика”. –К.: Вища школа, 1982. – стор. 37 - 47, 58 – 65.
4. Справочник по гидравлическим расчетам/Под ред. Киселева П.Г. – М.: Энергия. 1972. – стор.22 – 23, 31 – 40.
5. Андреевская А.В., Панова М.В. Задачник по гидравлике. – М.: Энергия, 1970. – стор.13 – 17, 35 – 39.
6. Чугаев Р.Р. “Гидравлика”. – М.: Энергия, 1982. – стор. 82 – 101.

3 ГІДРАВЛІЧНІ ОПОРИ В БЕЗНАПІРНОМУ ПОТОЦІ

Особливості безнапірного рівномірного руху рідини. Висновок формули Шезі і її аналіз. Швидкісна та витратна характеристики потоку. Коефіцієнт Шезі. Коефіцієнт шорсткості.

Питання для самоперевірки

1. Формула Шезі для швидкості та витрати.
2. Поняття модуля швидкості та модуля витрати.
3. Що називається гідравлічним опором?
4. Швидкісна та витратна характеристики потоку.
5. Формули для визначення коефіцієнту Шезі.
6. Коефіцієнт шорсткості.

Список літератури

1. Даус М.Є. Гідравліка річок та водоймищ. Конспект лекцій. – Одеса: Екологія, 2011. – стор. 48 – 53.
2. Спицын И.П., Соколова В.А. “Общая и речная гидравлика”, Л:Гидрометеиздат, 1990. – стор.123 – 131.
3. Константинов Ю.М. “Гидравлика”. – К.: Вища школа, 1982. – стор. 188 - 193.
4. Справочник по гидравлическим расчетам/Под ред. Киселева П.Г. – М.: Энергия, 1972. – стор.85 – 86.
5. Чугаев Р.Р. “Гидравлика”. – М.:Энергия, 1982. – стор.245 – 248.

4 НЕРІВНОМІРНИЙ УСТАЛЕНИЙ РУХ ВОДИ У ВІДКРИТИХ ПРИЗМАТИЧНИХ РУСЛАХ

Загальне поняття про нерівномірний сталий рух води у відкритих руслах. Призматичні та непризматичні русла.

Питома енергія перетину. Графік питомої енергії.

Рівняння критичного стану потоку. Число Фруда. Визначення критичних характеристик потоку для русел різної форми поперечного перерізу.

Диференціальне рівняння нерівномірного плавномірного руху рідини у відкритих руслах.

Питання для самоперевірки

1. Поняття про нерівномірний сталий рух води у відкритих руслах.
2. Призматичні та непризматичні русла.

3. Визначення критичних характеристик потоку для русел різної форми поперечного перерізу.
4. Питома енергія перетину.
5. Графік питомої енергії.
6. Рівняння критичного стану потоку.
7. Число Фруда.
8. Диференціальне рівняння нерівномірного плавномірного руху рідини у відкритих руслах.

Список літератури

1. Даус М.Є. Гідравліка рік та водоймищ. Конспект лекцій. – Одеса: Екологія, 2011. – стор. 54 – 63.
2. Спицын И.П., Соколова В.А. “Общая и речная гидравлика”, Л:Гидрометеиздат, 1990. – стор. 153 – 167.
3. Константинов Ю.М. “Гидравлика”. –К.: Вища школа, 1982. – стор.216 - 227.
4. Чугаев Р.Р. “Гидравлика”. – М.:Энергия, 1982. – стор. 272 – 285.

5 НЕУСТАЛЕНИЙ РУХ ВОДИ В ПРИРОДНИХ (РІЧКОВИХ) РУСЛАХ

Правила розбивки водотоку на розрахункові ділянки.

Диференціальне рівняння усталеного нерівномірного руху в умовах природного водотоку.

Модуль опору. Постулат інваріантності модуля опору.

Форми вільної поверхні потоку при нерівномірному русі. Три форми рівняння для розрахунку кривої вільної поверхні. Побудова кривої вільної поверхні способами Рахманова, Павловського, Бернадського та у випадку роздвоєння русла.

Питання для самоперевірки

1. Диференціальне рівняння нерівномірного плавно змінного руху рідини у відкритих руслах.
2. Диференціальне рівняння усталеного нерівномірного руху в умовах природного водотоку.
3. Правила розбивки водотоку на розрахункові ділянки.
4. Модуль опору.
5. Постулат інваріантності модуля опору.
6. Форми вільної поверхні потоку при нерівномірному русі.

7. Побудова кривої вільної поверхні способами Рахманова та Павловського.
8. Побудова кривої вільної поверхні способом Бернадського.
9. Побудова кривої вільної поверхні у випадку роздвоєння русла.
10. Три форми рівняння для розрахунку кривої вільної поверхні.
11. Види природних і штучних русел, у яких спостерігається рух потоку з перемінною витратою по довжині русла.

Список літератури

1. Даус М.Є. Гідравліка річок та водоймищ. Конспект лекцій. – Одеса: Екологія, 2011. – стор. 64 – 69.
2. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни “Гідравліка річок та водоймищ”. – Одеса: ТЕС, 2004. – стор. 18 – 35.
3. Спицын И.П., Соколова В.А. “Общая и речная гидравлика”, Л:Гидрометеиздат, 1990. – стор. 185 – 200.
4. Константинов Ю.М. “Гидравлика”. – К.: Вища школа, 1982. – стор.243 - 248.

6 РУХ ПОТОКУ ЗІ ЗМІННОЮ ВИТРАТОЮ

Практичне значення річкової гідравліки.

Загальна постановка задачі вивчення руху води в руслах.

Виведення основного диференціального рівняння неусталеного руху води з перемінною витратою по довжині русла.

Система рівнянь Сен-Венана й умови їхньої застосовності для розрахунку неусталеного руху. Висновок рівняння нерозривності.

Моделі динамічної, дифузійної і кінематичної хвиль. Побудова кінцево-різницевих аналогів рівнянь несталого руху для розрахунку кривих вільної поверхні.

Питання для самоперевірки

1. Виведення основного диференціального рівняння неусталеного руху води з перемінною витратою по довжині русла.
2. Запис рівняння Мещерського для елементарної струминки потоку води в руслі.
3. Система рівнянь Сен-Венана й умови їхньої застосовності для розрахунку неусталеного руху.
4. Модель динамічної хвилі.
5. Модель дифузійної хвилі.
6. Модель кінематичної хвилі.

Список літератури

1. Даус М.Є. Гідравліка річок та водоймищ. Конспект лекцій. – Одеса: Екологія, 2011. – стор. 70 – 78.
2. Спицын И.П., Соколова В.А. “Общая и речная гидравлика”, Л:Гидрометеиздат, 1990. – стор. 307 – 314.
3. Грушевский М.С. Неустановившееся движение воды в реках и каналах. - Л.: Гидрометеиздат, 1982. - стор. 98 – 107, 123 - 132.
4. Кюнж Ж.А., Холли Ф.М., Вервей А. Численные методы в задачах речной гидравлики.-М.: Энергоиздат, 1985. - стор. 98 - 114.

7 УЛОГОВИНИ ОЗЕР І ЇХ ТЕРМІКА

Визначення, форми і окремі частини озерних улоговин. Водосховища, їх типи за побудовою улоговин, морфологічні частини улоговин водосховищ.

Морфометричні показники поверхні озера – довжина, ширина, довжина та розвиток берегової лінії, площа поверхні (дзеркала) озера (f_0) і площі, обмежені ізобатами, ост рівність.

Морфометричні показники об'єму, глибин і дна - максимальна (H_{max}) і середня ($H_{сер}$) глибини, об'єм озера, середній уклон дна.

Батиграфічна (гіпсографічна) і об'ємна криві. Форма улоговини. Положення центра ваги по вертикалі для озера.

Термічний режим водної маси – пряма і зворотна температурна стратифікація, мезотермія, діхотермія, гомо термія. Вертикальні термічні зони водойми – епілімніон, металімніон, гіполімніон.

Питання для самоперевірки

1. Зовнішні фактори, під дією яких відбувається перетворення улоговин озер. Зони озерних улоговин.
2. Типи водосховищ за побудовою улоговин.
3. Ділянки озер, які мають складні обриси у плані та пересічений рельєф дна.
4. Ділянки улоговини в крупних водосховищах.
- 5 Розподіл температур у озері. Поняття прямої і зворотної температурної стратифікації, гомотермії, мезотермії і діхотермії.
6. Термічні зони озера.

Список літератури

1. Даус М.Є. Гідравліка річок та водоймищ. Конспект лекцій. – Одеса: Екологія, 2011. – стор. 79 – 104.

8 РУХ ОЗЕРНОЇ ВОДИ

Хвилі та їх характеристики, діючий розгін; граничний розгін; вимушене та вільне хвилювання, прибіг, бурун.

Дрейфові та гравітаційні (градієнтні) течії.

Нагін та згін. Неусталений, усталений і стаціонарний нагін.

Сейші одно вузлові і багато вузлові, пучності, внутрішні сейші.

Турбулентне перемішування - конвективне і динамічне, стійкість водної маси.

Питання для самоперевірки

1. Основні фактори, які спричиняють рух води у водоймах.
2. Вторинні сили, які діють на течії у водоймах. Величина сили внутрішнього тертя.
3. Вплив сил Коріоліса та тертя на напрямок течій у водоймах.
4. Дрейфові та градієнтні течії.
5. Процес виникнення сейш.
6. Типи сейш. Період сейш.
7. Внутрішні сейші.
8. Процес виникнення згону та нагону.
9. Усталений, неусталений і стаціонарний нагін.
10. Хвилі та їх характеристики.
11. Фактори, які впливають на розміри вітрових хвиль.
12. Причини виникнення хвиль. Типи хвилювання.
13. Стійкість водойм.
14. Конвективне і динамічне перемішування у водоймах.

Список літератури

1. Даус М.Є. Гідравліка річок та водоймищ. Конспект лекцій. – Одеса: Екологія, 2011. – стор. 105 – 125.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
ПО ВИВЧЕННЮ ДИСЦИПЛІНИ

“ГІДРАВЛІКА РІЧОК ТА ВОДОЙМИЩ”

Напрямок підготовки “ *Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування*”
Спеціалізація “*Гідроекологія*”

Укладач: Даус М.Є., к.геогр.н., доц.,

Підп. до друку
Умовн. друк. арк.

Формат
Тираж

Папір
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

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