

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ РОБІТ НА НАВЧАЛЬНІЙ
ПРАКТИЦІ З ДИСЦИПЛІН
“ТОПОГРАФІЯ З ОСНОВАМИ КАРТОГРАФІЇ”,
“ГІДРОМЕТРІЯ”

Одеса - 2004

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ РОБІТ НА НАВЧАЛЬНІЙ
ПРАКТИЦІ З ДИСЦИПЛІН
“ТОПОГРАФІЯ З ОСНОВАМИ КАРТОГРАФІЇ”,
“ГІДРОМЕТРІЯ”

Затверджено
методичною радою університету
протокол № 1 від 23.09.2004

Одеса-2004

Методичні вказівки до виконання робіт на навчальній практиці з дисциплін “Топографія з основами картографії”, “Гідрометрія” для студентів 3 курсу очної форми навчання за спеціальністю “Екологія та охорона навколишнього середовища”. / Белов В.В., Толоконников Г.Ю., Гриб О.М., Шагов В.І. – Одеса, ОДЕКУ, 2004. – 56с.

Методичні вказівки призначені для студентів III курсу очної форми навчання за спеціальністю “Екологія та охорона навколишнього середовища”.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Організаційні заходи.....	5
1.1 Бригадир.....	5
1.2 Комендант навчальної бази.....	6
1.3 Черговий по навчальній базі.....	6
1.4 Комендант причалу.....	7
1.5 Студенти.....	7
1.6 Розпорядок роботи.....	7
1.7 Техніка безпеки при проведенні робіт на водних об'єктах.....	8
2 Гідроекологічна характеристика гирлової частини Дністра.....	9
3 Топографо-геодезичні роботи.....	14
3.1 Планове обґрунтування гідроекологічних досліджень.....	14
3.1.1 Перевірки теодолітів.....	14
3.1.2 Розбивка магістралі та створів.....	15
3.2 Висотне обґрунтування гідроекологічних досліджень.....	17
3.2.1 Перевірки нівелірів.....	17
3.2.2 Висотна прив'язка до репера державної мережі.....	18
3.2.3 Передача позначок через водні перешкоди.....	19
4 Гідрометричні роботи.....	21
4.1 Організація водомірного поста.....	21
4.2 Встановлення самописів рівня води.....	21
4.3 Визначення уклонів водної поверхні.....	22
4.4 Проміри глибин по створах.....	22
4.5 Вимір витрат води поверхневими поплавцями.....	23
4.6 Організація тросової переправи.....	24
4.7 Вимір витрат води вертушкою.....	25
4.8 Вимір і обчислення витрат наносів.....	28
5 Гідрохімічні та гідробіологічні роботи на водних об'єктах.....	31
5.1 Проведення візуальних спостережень і визначення основних фізико-хімічних властивостей води.....	31
5.2 Відбір проб води і ґрунту для хімічних аналізів.....	31
5.3 Відбір проб фітопланктону.....	32

5.4 Відбір проб зообентосу.....	32
5.5 Вимір температури води.....	33
5.6 Визначення прозорості і кольору.....	33
5.7 Визначення запаху.....	34
5.8 Визначення концентрації іонів водню (рН).....	35
5.9 Визначення розчиненого кисню (O ₂).....	36
5.10 Визначення біохімічного споживання кисню (БСК ₅).....	40
5.11 Підготовка проб води та ґрунту для транспортування в лабораторію.....	40
6 Кількісна оцінка біомаси.....	42
6.1 Основні представники і особливості групи фітопланктону..	42
6.2 Методика обробки проб фітопланктону.....	44
6.3 Основні представники та особливості групи зоопланктону.....	44
6.4 Підрахунок чисельності та визначення біомаси зоопланктону...	46
6.5 Основні представники та особливості групи зообентосу.....	47
6.6 Методи відбору та обробки зообентосних проб.....	52
7 Гідроекологічні дослідження водних об'єктів.....	53
7.1 Гідроекологічні роботи на оз. Мертвий Турунчук.....	53
7.2 Гідроекологічні роботи на оз. Біле.....	53
7.3 Гідроекологічні роботи на Дністровському лимані.....	54
Рекомендована література.....	55

ВСТУП

Навчальна гідроекологічна практика проводиться на водотоках і водоймах гирлової частини Дністра, які мають необхідне для навчання різноманіття екологічних умов. База практики - учбово-наукова гідроекологічна лабораторія ОДЕКУ в с. Маяки.

За час проведення практики студенти здобувають практичні навички проведення польових робіт згідно з навчальними програмами: топографо-геодезичних, гідрометричних, гідрохімічних, гідробіологічних. Також студентами - майбутніми керівниками виробництва, здобувається досвід роботи в колективі. Цей досвід полягає в умінні виконувати встановлені правила роботи, керувати і підкорятися.

Практика може бути зарахована після виконання всіх видів робіт, передбачених навчальною програмою, написання і захисту звіту.

1 ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Для проведення практики організуються бригади чисельністю до п'яти студентів у кожній. Бригади одержують необхідні для проведення робіт плавзасоби, такелаж, рятувальні жилети, прилади та устаткування.

Польова практика на воді проходить в умовах підвищеного ризику травматизму. Перед практикою студенти здають заліки за правилами проведення робіт на воді, техніки безпеки, плаванню і веслуванню, протипожежним правилам, юридичному обґрунтуванню робіт.

Під час практики студенти підпорядковуються внутрішньому розпорядку навчальної бази, виконують вказівки завідувача лабораторією та керівників. Беруть участь у поточних господарських роботах на території бази. Для забезпечення навчального процесу, підтримки необхідного порядку на базі та забезпечення збереження майна призначаються бригадири, комендант навчальної бази, комендант причалу, чергові по базі.

У випадках порушення дисципліни, відмови виконувати розпорядження керівників або при порушенні правил техніки безпеки студентів відправляють у деканат з відповідним рапортом.

1.1 Бригадир

Призначається із числа студентів згідно з наказом ректора:

1. Здійснює технічне керування бригадою. Веде щоденник бригади із вказівкою робіт щоденного часу їх початку та закінчення; присутності студентів на роботах і виконання конкретних видів робіт.

2. Одержує необхідні для роботи прилади, устаткування та плавзасоби. Стежить за їхньою схоронністю. Для забезпечення збереження кожній бригаді виділяється спеціальне приміщення із замком, ключ від якого зберігається у бригадира. Псування або втрата матеріальних цінностей компенсується студентами бригади, які повинні в цих стратах.

3. Допомогає керівнику практики в додержанні дисципліни та техніки безпеки в бригаді під час польових, камеральних робіт, а також під час відпочинку студентів на базі. Виконує вказівки керівника практики про дотримання правил техніки безпеки.

4. У випадках виявлення неполадків з плавзасобами, відсутністю рятувальних засобів негайно повідомляє про це керівництву лабораторією або керівникам практики.

5. Розподіляє польові та камеральні роботи між студентами в бригаді. Керує написанням звіту про практику відповідно до навчального плану.

6. Виділяє студентів для чергування по навчальній базі та на господарські роботи.

1.2 Комендант навчальної бази

Вибирається студентами та керівниками на загальних зборах:

1. Займається питаннями підтримки дисципліни, охорони власності студентів, організації робіт з додержання санітарного порядку на території бази, причалу, кухні, санвузлах.

2. Складає списки чергових по табору, перевіряє виконання ними обов'язків.

3. Організує господарські роботи на навчальній базі за узгодженням із завідувачем лабораторії.

4. Разом із черговим з'ясовує наявність сторонніх людей на території бази й сповіщає про це керівництву бази і керівникам практики.

6. Контролює питання організації відпочинку студентів у неробочий час.

1.3 Черговий по навчальній базі

Призначається із числа студентів комендантом бази:

1. Здійснює охорону майна в періоди відсутності студентів на базі.

2. Не допускає сторонніх людей на територію бази в періоди відсутності персоналу бази.

3. Стежить за справністю та правилами використання холодильників і газових приладів на кухні.

4. Підтримує санітарну чистоту на кухні і на території бази.

5. Заповнює водою умивальники і резервні ємності, ємності для душу.
6. У вечірній час передає чергування наступному черговому.

1.4 Комендант причалу

Призначається із числа студентів:

1. Веде облік човнів студентських бригад і керівників практики в спеціальному журналі. Відзначає час відходу кожного човна; ціль плавання; намічені пункти перебування човна; контрольний час приходу; фактичний час приходу. У випадках відсутності човнів після контрольного часу негайно сповіщає про це завідувачеві лабораторії і керівникам практики.
2. Кожний човен закріплюється під відповідальність бригадирів або керівників.
3. Човни на причалі повинні бути замкнуті. Ключі зберігаються у коменданта причалу.
4. У робочий час човни видаються безпосередньо відповідальним за плавзасоби особам. Під час камеральних робіт або відпочинку човни можуть видаватися тільки з дозволу завідувача лабораторією або керівників практики.

1.5 Студенти

Під час практики:

1. Всі студенти у човнах повинні бути одягнені в рятувальні жилети.
2. Під час робіт у човнах або на березі обов'язкові головні убори та одяг, що прикриває тіло від сонця.
3. Заборонено купатися із човнів.
4. Під час плавання та робіт у човні призначається старший, як правило, бригадир, вказівки яких виконуються негайно без обговорень всіма студентами.
5. Варто завжди пам'ятати, що завантаження човнів під час робіт близько до припустимого. При пересуваннях у човні порушується його остійність, і він може несподівано перевернутися. Тому під час плавання і робіт у човні заборонені переміщення студентів. Не можна сидіти на бортах або носовій частині човнів.

1.6 Розпорядок роботи

1. У період практики робочий тиждень шестиденний. Початок робочого дня о восьмій годині ранку. При успішному виконанні програми практики тривалість робочого дня шість годин.

2. При виконанні камеральних робіт студенти повинні бути в камеральному класі. З восьми годин вечора та у нічний час студенти знаходяться на території бази.

3. За день перед виходом на польові об'єкти студенти складають план проведення робіт. Вивчаються методичні та нормативні матеріали. Перевіряється працездатність приладів і устаткування. Проводяться перевірки і тарировки приладів. Для усунення несправностей часто необхідна консультація керівників.

4. При відсутності необхідних навичок роботи із приладами бригадир повинен одержати перед виходом на польові роботи консультації від керівника.

5. Обробка польових журналів проводиться відразу після польових робіт. Результати обробки повинні бути перевірені та підписані керівниками. Для розрахункових, лабораторних, графічних робіт і написання звіту виділяються камеральні дні.

6. Після закінчення практики необхідно почистити, помити та законсервувати устаткування й прилади. Привести в необхідний санітарний стан житлові і робочі приміщення, територію бази, кухню та санвузли. Здати співробітникам лабораторії плавзасоби, прилади, устаткування, постільні та їдальні приналежності. До захисту звіту бригада допускається при наявності письмової довідки про відсутність заборгованості лабораторії.

1.7 Техніка безпеки при проведенні гідрометричних, гідрохімічних та гідробіологічних робіт на водних об'єктах

Будь-які роботи на водних об'єктах під час виконання всіх видів гідрометричних, гідрохімічних та гідробіологічних вимірювань віднесені до особливо небезпечних. Тому студенти можуть бути допущені до проходження практики і роботи на водних об'єктах тільки після ретельного вивчення відповідних правил техніки безпеки. Студенти, які не вміють плавати, до практики не допускаються.

Правила вивчаються за окремими розділами і видами робіт:

1) гідрометричні:

- завантаження човна обладнанням і людьми;
- переміщення човна з людьми та обладнанням по річці;
- причалювання човна, розвантаження обладнання та людей;
- вимірювання глибин;
- вимірювання швидкостей течії та витрат води вертушкою і поплавцями;
- роботи на тросі;
- роботи з причального містка;

2) гідрохімічні та гідробіологічні:

- роботи з кислотами та лугами;
- роботи з скляним посудом та обладнанням;
- роботи з електроприладами;
- роботи з лабораторним посудом.

Усі вимоги щодо виконання правил техніки безпеки в повному обсязі викладені в [1, 2, 3, 4].

2 ГІДРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГИРЛОВОЇ ЧАСТИНИ ДНІСТРА

Гирлова ділянка простирається від місця поділу ріки на два рукави - Дністер і Швидкий Турунчук і закінчується при впадінні ріки в Дністровський лиман. У зазначених границях довжина гирлової ділянки, витягнутої з північного заходу на південний схід, становить 57 км, переважна ширина між рукавами ріки - 4-6 км (рис. 2.1).

Однієї з її важливих закономірностей є поділ ріки на два рукави, які потім знову сходяться (рис. 2.1). Утворення Ш. Турунчука - лівого рукава ріки - відбулося в 1780-1785 р., та надалі неухильно розвивалось. В 1790 р. переважна ширина русла становила 5 м, в 1880 р. - 20 м, в 1923 р. - 80-85 м.

Одночасно з розвитком русла Ш. Турунчука відбувалося збільшення частки річкового стоку, що доводиться на нього. За даними вимірів, виконаних в 1895-1896 р., при меженних витратах (115-120 м³/с) через Турунчук проходило 20% сумарного стоку ріки. При витратах, близьких до середньорічних, його частка підвищувалася до 30-33%. За даними досліджень 1924 року через цей рукав у повіддя проходило вже 70% стоку ріки. Для запобігання подальшого розвитку Ш. Турунчука в місці його відділення від Дністра в 1927 р. була побудована гребля (донний поріг, через який переливалося 1/4 витрати). Довжина Ш. Турунчука становить 56 км, Дністра - 128 км.

Осідання наносів, що транспортуються рікою з верхньої частини басейну, а також розробка нового русла обумовили поступове висування дельти. При існуванні одного рукава, що впадає в лиман, процес висування, внаслідок переносу наносів течіями, був слабо виражений. В 1840 р. від правого берега Дністра було прокопано канал довжиною 1,7 км, шириною 21 м і глибиною 2 м — Глибокий Турунчук. Через те, що новий рукав став впадати в зону лиману з меншою повторюваністю хвиль і течій, осідання наносів обумовило помітне подовження русла. За 50 років дельта тут збільшилася на 2 км², а довжина рукава зросла до 2,5 км. Виміри, виконані в 1895 р., при витратах, близьких до середньорічних, показали, що через штучний рукав проходить 40% стоку.

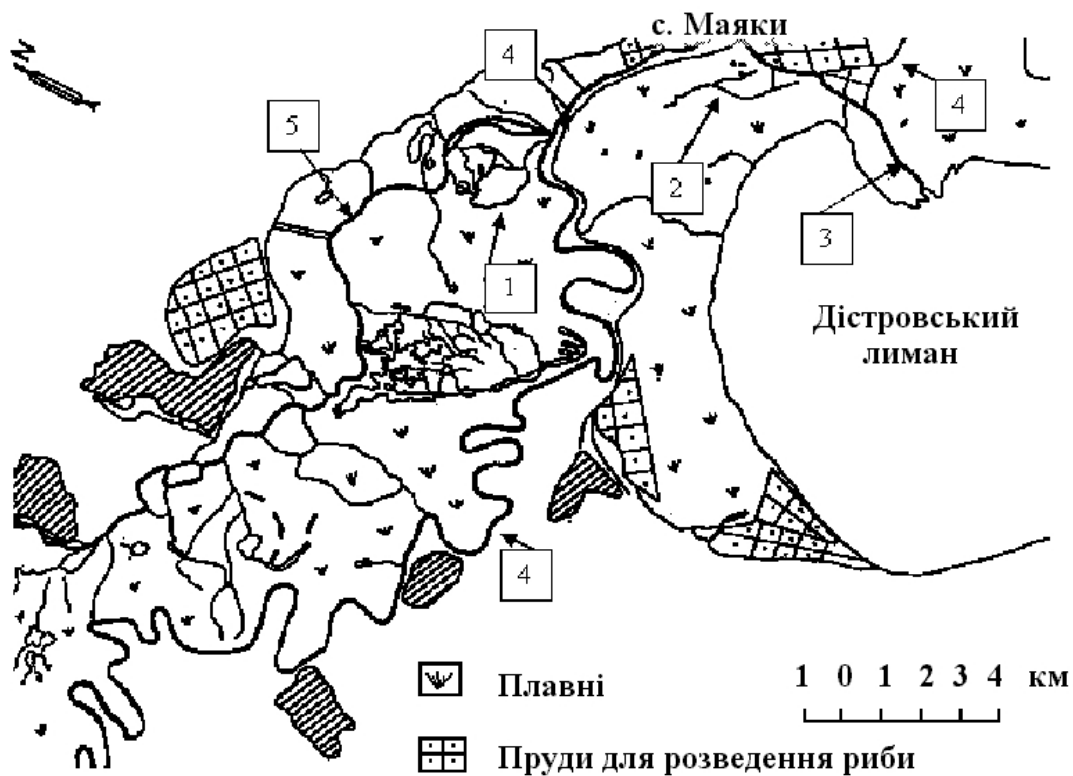


Рис. 2.1 - Схема розташування об'єктів навчальної практики

- 1- оз. Біле; 2- оз. Мертвий Турунчук;
- 3- р. Глибокий Турунчук; 4- р. Дністер;
- 5- р. Швидкий Турунчук.

Одночасно з розвитком рукавів ріки відбувалися зміни в гідрографії озер, а також усього ландшафту гирлової ділянки. Глибина багатьох озер, розташованих серед плавнів, порівнянна з глибиною ріки, а іноді перевищує її. За минулий час розміри зменшилися. Причиною замулення з'явилося надходження стоку наносів по раніше існуючим, а також новим ерикам (каналам).

В 1965 р. будівництво дамб привело до того, що більша частина плавневого масиву була осушена та стала використатися для сільськогосподарського виробництва, а коли покритою плавневою рослинністю території, що простягається до м. Бендери, збереглися лише ділянки нижче сіл Олонешти та Незавертайлівка.

У порівнянні з Ш. Турунчуком рукав Дністра відрізняється значно більшою звивистістю, відсутністю островів, істотно меншими глибинами при практично рівній або трохи більшій ширині русла. Переважна ширина русла ріки на прямолінійних ділянках дорівнює 75-85 м, у вершинах поворотів і нижче - 50-60 м. Істотно більші розходження на перекітних і плесових ділянках характерні для глибини. У першому випадку максимальна глибина дорівнює 3-4 м, у другому - 6-8 м.

Від місця злиття рукавів ріки до с. Маяки русло Дністра майже прямолінійно, його ширина 170-180 м, середня глибина - 4-5 м, максимальна - 7-8 м. Поблизу нижньої окраїни села відбувається останній великий розподіл ріки на рукави. Тут під кутом, близьким до прямого, іде вправо Глибокий Турунчук. Переважна його ширина 91-93 м, Дністра нижче розвилки - 90-92 м. Більш істотні розходження в глибині – у Г. Турунчуку середня максимальна глибина дорівнює 8 м, у Дністрі - 6,5 м. Розходження в розмірах рукавів, та уклонах водної поверхні визначає те, що водність Г. Турунчука значно більша. У середньому на нього доводиться 66% сумарної витрати. Протока Кілари, що відходить від рукава (має штучне походження), порівняно невелика. Її ширина 13-15 м, максимальна глибина 1,5 м, частка в сумарній витраті 0,6%.

При виході Г. Турунчука в лиман відбувається різке падіння глибини, на сформованому тут барі вона менш 1 м. Тут, а також в устя протоки Кілари утворено кілька острівців. Рукава ріки нижче місця поділу і практично до устя покриті деревною рослинністю - більше густої в протоки Кілари й порівняно рідкої уздовж Дністра та Г. Турунчука.

У період повідь і паводків, достатніх для переливу через прирусловий вал, рух води походить від Ш. Турунчука до Дністра. Звільнившись від значної частини наносів уже на перших десятках метрів, водний потік перетинає плавні й зливається із Дністром.

Встановлено, що масовий перелив через прирусловий вал, що відокремлює плавні «міжріччя», відбувається при витратах води на в/п Незавертайлівка 500-505 м³/с, а у вершині гирлової ділянки, де ріка ділиться на два рукави – 800 м³/с. У природних умовах, до створення Дністровського водоймища, такі обставини звичайно спостерігалися 2-3 рази протягом року.

Постійно діючим джерелом обводнювання плавнів є численні ерики. Характер руху в них в основному визначається мінливістю рівня в рукавах ріки. У зв'язку з тим, що Ш. Турунчук значно коротше і глибше Дністра, інтенсивність коливання рівня в ньому істотно вища. Це викликає більшу активність, ериків, що відходять від нього. Високі швидкості течії, що спостерігаються при значних перепадах рівня між рікою і озерами, викликають розмив русла ериків, тому їхні розміри в кілька разів більше, ніж з боку Дністра.

Певний вплив на гідрологічний режим гирлової ділянки, у тому числі і на розподіл стоку по рукавах, робить вплив вітру на водну поверхню. У меженних умовах згін та нагін позначаються на рівнях води в річці до сіл Олонешти і Незавертайлівка; у плавневих водоймах - до оз. Драган. У цей час на в/п Маяки величина згонів-нагонів може досягати 40-50 см. У рідких випадках рух води в гирлових рукавах може бути направлений від лиману нагору за течією.

У межах гирлової ділянки відбувається перерозподіл стоку наносів. У Ш. Турунчуку внаслідок підвищених швидкостей течії мутність води практично не міняється. У свою чергу в Дністрі відбувається часткове осідання наносів; крім того, сюди надходить прозора вода, що пройшла через плавні. В місці злиття рукавів мутність води вище, ніж у Дністрі. При підйомах рівня це розходження зростає.

Істотні зміни в гідрологічному режимі ериків і всього масиву плавнів відбулися в результаті реконструкції дороги Одеса – Рени, що тут проходить. Частина ериків, які беруть початок на випуклих берегах Дністра, була перекрита насипом дороги, русло інших значно звужене. Усього на розглянутій ділянці перекрито біля десяти ериків. Пристосування під дорогою всього трьох водопропускних споруджень не забезпечує нормальне проникнення води в зону плавнів, пов'язану з лиманом. Це викликає висихання місцевості, зміну плавневої рослинності (очерет, очерет озерний) на лугову (осока).

Характерною рисою ландшафту гирлової ділянки Дністра є наявність великої кількості озер. Найбільш великими озерами є Путрино, Тудорово, Біле.

Найбільш великим озером у нижній частині плавневої ділянки є оз. Біле. Його довжина дорівнює 1700 м, ширина - 800 м, максимальна глибина - 1,6 м. Надходження води в озеро протягом більшої частини року здійснюється із плавневого масиву, що примикає до оз. Горілі. Внаслідок цього в озері спостерігається висока прозорість води. Лише при різких підйомах рівня, у тому числі при нагонах, спостерігається проникнення мутної води з протоки Широкої. Водна рослинність озера в основному представлена лататтям і кубушкою, які покривають основну частину акваторії.

У зоні плавневого масиву, що примикає до Дністровського лиману, розміри озер невеликі. Найбільшу площу має стариця ріки – оз. Мертвий Турунчук.

Характерною рисою плавневих водойм і водотоків гирлової ділянки є висока біологічна і рибна продуктивність. Найбільш важливими промисловими видами риби є лящ, сазан, карась. В 1985-1988 р. середньорічний промисловий вилов склав 2,6 тис. центнерів. У цей час, особливо в маловодні 1986-1987 р., відзначене падіння чисельності таких кошових видів, як сом, щука, припинено видобуток раку.

Різноманіття природних і антропогенних факторів, що проявляються на гирловій ділянці Дністра, сформували той природний комплекс, у якому гідрологічні характеристики ріки мають найважливіше значення. Численні водні об'єкти: рукава річки, протоки, ерики, озера, що перебувають у тісному взаємозв'язку, багатство рослинного та тваринного світу висувають гирлову ділянку Дністра в один ряд з крупними об'єктами -

Дунаю або Дніпра. Збереження природи цього району вимагає науково обґрунтованого впорядкування господарської діяльності.

Режим рівнів. За весняним повіддям, що триває в середньому близько 1,5-2 місяці, йдуть викликані дощами літні паводки з максимумом, що звичайно перевищує по висоті максимум весняного повіддя на 0,5 – 1,5 м, і тільки в посушливі роки, коли опади випадають менше норми, паводки по висоті значно нижче весняного повіддя. Відношення вищих рівнів дощових паводків до вищих рівнів весняного повіддя звичайно становить 1,5 – 3,0 і тільки в роки з більшими запасами снігу досягає 0,4 – 0,8. Спад рівнів триває до серпня-вересня, досягаючи мінімуму наприкінці вересня-жовтня.

У багатоводні роки паводки безупинно йдуть один за одним, кількість паводків у такі роки досягає 5 - 8, іноді 10 - 12 і більше. Осінні дощі обумовлюють значні підвищення рівнів; нерідко осінній підйом триває і при переході ріки до зимового стану. Осінні підйоми також інтенсивні, і паводки іноді досягають катастрофічних розмірів.

Узимку рівні також малостійкі, коливання їх обумовлюються частими відлигами, що нерідко супроводжуються дощами. У таких випадках бувають значні паводки, що досягають від 1 – 1,5 до 2 – 3,5 м над рівнем перед паводком.

На режим гирлової ділянки ріки впливають явища вітрових згонів та нагонів. На цій ділянці відбувається розпластування паводків, річна амплітуда коливання рівня значно зменшується, але відзначаються часті невеликі коливання рівня, обумовлені згонами і нагонами.

Контрольні питання

- 1. Назвіть основні рукави дельти Дністра.*
- 2. Назвіть штучно створені русла.*
- 3. Які морфологічні характеристики були в штучних русел у момент їхнього створення, і які вони зараз? Чому штучно створені русла розвиваються більш інтенсивно?*
- 4. Як змінюється дельта Дністра в місці сполучення з лиманом?*
- 5. Чому Дністровський лиман практично не замулюється?*
- 6. За рахунок яких особливостей дельти підтримується висока біологічна продуктивність заплавлених озер?*
- 7. Назвіть головну особливість гідрологічного режиму дельти, що визначає самоочисну її здатність.*

3 ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ

3.1 Планове обґрунтування гідроекологічних досліджень

Планове обґрунтування проводиться для прив'язки полігону гідроекологічних досліджень до карт або планів місцевості в різних системах координат. Для планового обґрунтування може бути використана Глобальна система орієнтування (GPS). При цьому точність планової прив'язки до 5 м. Для більш точних робіт використовується полігонометрія, що забезпечує точність до сантиметрів, а при високих класах точності - до міліметрів. Для використання полігонометрії навколо об'єкта робіт розбивається багатокутник, у якому теодолітом виміряються всі внутрішні кути та азимут однієї сторони, а мірною стрічкою - довжини всіх ліній. При необхідності кутові точки багатокутника прив'язуються до пунктів триангуляції Державної мережі координат.

При проведенні гідрометричних робіт замість полігона уздовж берега може проводитися магістральний хід, що являє собою пряму або ламану лінію. Точки такого ходу також можуть бути прив'язані до Державної мережі координат. Магістральний хід розбивається на відрізки, як правило, рівної довжини. На кінці відрізків теодолітом призначаються створи, які закріплюються на місцевості двома кілочками: один забивається урівень із поверхнею землі, а другий забивається поруч, його голівка приблизно на десять сантиметрів вище поверхні землі - сторожок. На кілочках підписуються відповідні номери, потім кілочки обкопуються лопатою. Далі всі лінійні виміри на березі та на акваторії відлічуються від магістралі і створів.

Коли береги водного об'єкта недоступні, наприклад, через зарості, магістраль і створи можуть бути проведені по поверхні води за допомогою плавучого ланцюга. Ланцюг - це лин, на якому через рівні відстані закріплені буї. Ланцюг натягається по поверхні води, його кінці закріплюються тичками або, при великих глибинах, - мертвими якорями. Напрямок лінії плавучого ланцюга визначається бусоллю.

3.1.1 Перевірки теодолітів

Проводяться перед проведенням робіт. Для теодоліта 2Т30, що використовується на практиці, точність відліку кутів - 30 секунд.

Проводять наступні перевірки.

Вісь циліндричного рівня при алідаді горизонтального кола повинна бути перпендикулярна до вертикальної осі обертання труби. Для

перевірки встановлюють пухирець рівня на середину. Потім повертають алідаду на 180° . Якщо пухирець зійшов від середини більш ніж на один розподіл, то виправними гвинтами рівня переганяють пухирець до середини на половину дуги його відхилення. При повороті алідади на 90° і 360° відхилення не повинне перевищувати одного розподілу. У протилежному випадку перевірку повторюють - звичайно 3-4 рази.

Вертикальна нитка сітки ниток повинна бути стрімкою. Для перевірки наводять вертикальну нитку на точку (на стіні будинку). Діючи навідним гвинтом труби, спостерігають за положенням зображення точки на нитці сітки. Якщо це зображення точки сходить із нитки сітки, то, послабивши юстовочні гвинти повертають сітку так, щоб зображення не сходило з нитки сітки.

Визирна вісь труби повинна бути перпендикулярна горизонтальній осі обертання труби (колімаційна похибка). Вибравши на місцевості точку, вилучену на 2-3 км, беруть відлік M_1 по горизонтальному колу. Потім переводять трубу через zenit, спостерігають ту ж точку, роблячи відлік M_2 . Різниця цих відліків $2c = M_2 - M_1 \pm 180^\circ$ повинна бути близької нулю і не повинна перевищувати подвоєної точності інструмента. При неприпустимій величині погрішності встановлюють алідаду на відлік $M_2' = M_2 - c$, при якому перетинання ниток зійде з зображення спостережуваної точки. Послабивши вертикальні юстовочні гвинти сітки, горизонтальними гвинтами, вигвинчуючи один і настільки ж угвинчуючи інший, повертають перетинання сітки на спостережувану точку.

Звітні результати: журнал перевірок теодоліта (у вільній формі).

3.1.2 Розбивка магістралі та створів

Роботи проводяться на березі ерика Олександрівський (рис. 3.1).

На першій станції забивається в землю кілочок і обкопується. Теодоліт устанавлюється точно над кілочком по схилі або за допомогою пентапризми. За рівнем піднімальними гвинтами встановлюється горизонтальне коло.

Після устанавки теодоліта на стоянку, його орієнтують на північ по магнітному меридіану. Для цього до теодоліта прикріплюють бусоль. Сполучають нулі лімба і алідади, і затискають гвинт алідади. Відпускають затискний гвинт лімба. У такім положенні при обертанні теодоліта відлік по горизонтальному колу не змінюються. Далі, обертуючи теодоліт, домагаються точного сполучення північного кінця стрілки бусолі з нулем. Закріплюють гвинт лімба. Перевіряють нулі відліків горизонтального кола і бусолі. Відпускають затискний гвинт алідади. Після цих дій теодолітом будуть відлічуватися кути від північного напрямку магнітного меридіана (магнітні азимути).

Для планової прив'язки використовується бетонна приставка на березі ерика - Rp2. Теодоліт направляється на середину бетонного стовпа і записується відлік по горизонтальному колу. Відстань від стоянки теодоліта до репера визначається мірною стрічкою.

Визначають напрямок магістрального ходу так, щоб він був приблизно паралельним берегу. Закріплюють гвинт аліади і записують азимут магістралі.

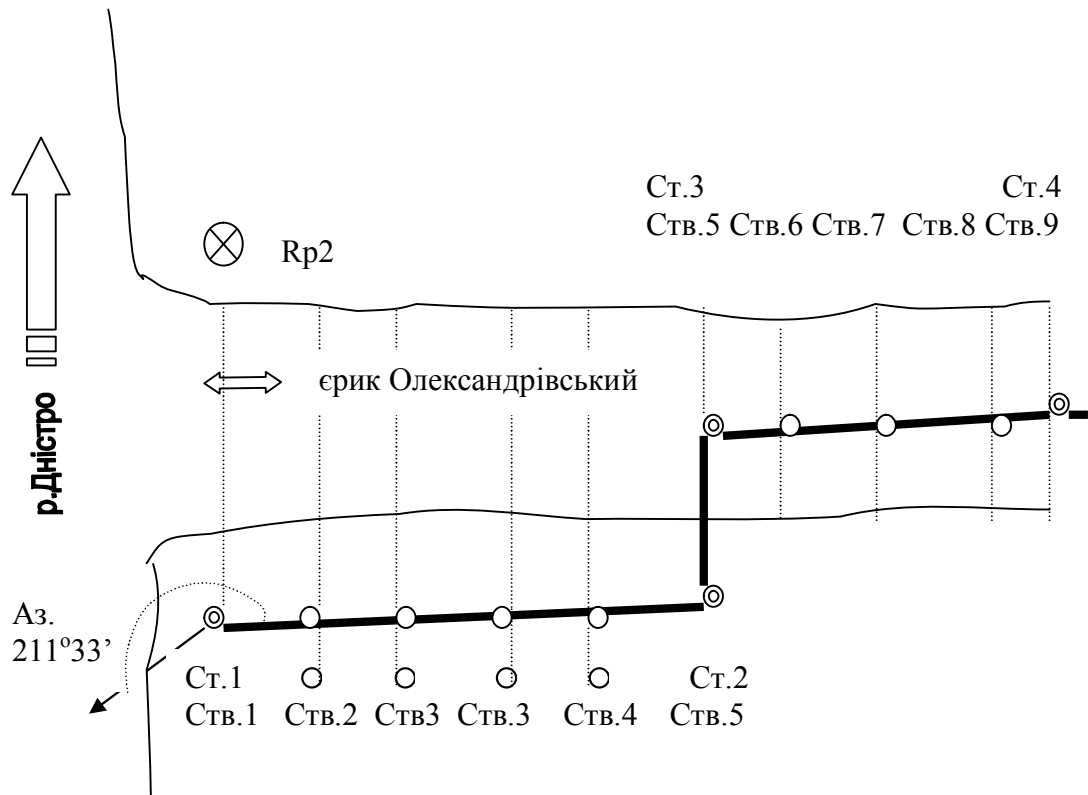


Рис. 3.1 - Схема ділянки магістрального ходу
 — магістраль; Ств. — створи;
 Ст. — стоянка теодоліта

Оператор теодоліта направляє робітника з тичою по магістральному ходу. Визначається таке положення тички на землі, при якому вона в теодоліт видна на перетинанні сітки ниток. Через кожні 50 м забиваються кілочки для створних знаків. Відстані вимірюються мірною стрічкою.

Створи призначаються по нормалі до переважної течії ерика візуально. Для визначення напрямку створів теодоліт ставиться на магістраль над створним кілочком. Прилад орієнтується на задню стоянку. Відлічується по горизонтальному колу кут між магістраллю та створом і визначається положення другого створного знака. Відстань між першим і

другим створними знаками визначається візуально. Для проведених робіт ця відстань може бути 5-7 м.

Такий спосіб розбивки магістралі і створів триває доти, поки магістраль можна прокласти на березі. Коли береги представлені заростями очерету, магістральний хід прокладається по воді за допомогою плавучого ланцюга. Напрямок магістралі визначається за допомогою бусолі. Напрямок створів - візуально. Загальна довжина магістрального ходу уздовж Олександрівського ерика приблизно 1100 м.

Звітні матеріали по розбивці магістралі й створів: журнал теодолітної зйомки з абрисом, схема магістралі і створних знаків з вказівкою кутів і відстаней.

3.2 Висотне обґрунтування гідроекологічних досліджень

Висотне обґрунтування необхідно для проведення робіт у єдиній Державній системі висот, на Україні це Балтійська система (БС). Крім того, висотне обґрунтування необхідно при виконанні ряду гідрометричних і гідроекологічних робіт. Наприклад, для організації водомірних постів, для визначення уклонів водної поверхні, шорсткості і деформацій русел, водного та сольового обміну.

Для збереження висотних позначок у районі проведення робіт закладається один або два репери - основний і контрольний. Висотні позначки цих реперів визначаються нівелюванням до реперів Державної висотної мережі.

3.2.1 Перевірки нівелірів

Для всіх типів нівелірів повинне виконуватися головна умова: вісь візирної лінії повинна бути горизонтальною. Для нівелірів НЗ ця умова визначається: вісь циліндричного рівня повинна бути паралельна візирної осі зорової труби. Для перевірки цієї умови користуються наступним прийомом.

На відстані порядку 65 – 75 м друг від друга в точках *A* і *B* забивають кілочки з цвяхами, що мають капелюшки зі сферичною поверхнею. Далі поруч з точкою *A* встановлюють нівелір так, щоб окуляр зорової труби відстояв від рейки, поставленої в точку *A*, не більше ніж на 3-5 см. Беруть відлік *b* по рейці встановленої в точку *B*. Вимірюють висоту нівеліра *i* по чорній стороні рейки, встановленої в точці *A*. Потім прилад встановлюють поруч з точкою *B*. Роблять відлік *a* по рейці, встановленої в точці *A*, і вимірюють висоту приладу *i*. Величина *x* — різниця між віссю рівня й візирною віссю труби знаходять по формулі:

$$x=(i+i)/2 - (a+b)/2. \quad (3.1)$$

Величина x не повинна перевищувати 4 мм. У випадку перевищення цієї величини похибку виправляють. Для цього за допомогою елеваційного гвинта наводять середню нитку нівеліра на правильний відлік, рівний $a_o=a+x$. При цьому зображення кінців циліндричного рівня розійдуться. Виправними гвинтами рівня сполучають точно зображення кінців пухирця рівня. Після цього перевірку повторюють.

Звітний матеріал: журнал перевірок нівеліра (у вільній формі).

3.2.2 Висотна прив'язка до репера державної мережі

Нівелірний хід проводиться від репера водомірного поста, що перебуває на території навчальної лабораторії до Rp2, позначеного на рис.3.1. Загальна довжина ходу близько 1400 м. Результати нівелювання далі будуть використані при гідрометричних роботах, у тому числі для організації уклонного водомірного поста. При цьому варто враховувати, що уклон поверхні Дністра на ділянці робіт близько 1,5 см/км. Ця величина близька до похибки нівелювання 3 класу. Тому нівелювальні роботи повинні бути виконані ретельно.

Для проведення робіт розбивається пікетаж через 50 м. Пікетажні точки закріплюються кілочками. Відстані вимірюються мірною стрічкою або по далекоміру. У випадках, коли рельєф місцевості не дозволяє витримати оптимальні відстані між пікетами, ці відстані можуть бути іншими, але повинна бути забезпечена рівність «плеч» для нівеліра.

Нівелювальний хід повинен бути замкнутим. Для цього нівелювання проводиться в прямому і зворотному напрямках. За результатами нівелювання в прямому і зворотному напрямках оцінюється похибка нівелювання. Якщо похибка у межах допустимої, то нев'язка розкидається по пікетних точках. Якщо ж похибка більше допустимої, то нівелювальний хід варто повторити. Допустимі похибки при нівелюванні 4 класом точності, в мм: $\Delta h = \pm 20 L^{0,5}$, а при нівелюванні 3 класом точності, в мм: $\Delta h = \pm 10 L^{0,5}$, де L — довжина ходу, в км.

Приклад обробки журналу нівелювання наведений у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Журнал технічного нівелювання

№ станції	№ пікетів	Відлік по рейці			Перевищення			Позначка, м
		задня	передня	Проміжна	-	+	Середня	
Прямий хід								
1	Rp 1 X1 Пк1	1899 6368	0579 5045	1100 1575		1320 1323	+1322	13.13
2	Пк1 Пк2	2344 6814	0117 4585			2227 2229	+2228	14.45
3	Пк2 Rp2	0476 4945	0631 5100		0155 0155		-0155	16.68 16.52
Зворотний хід								
1	Rp2 Пк3	0312 4782	2455 6924		2143 2142		-2142	16.52
2	Пк3 Пк4	1050 5522	2823 7293		1773 1771		-1772	14.38
3	Пк4 Rp1	2003 6474	1484 5957			0519 0517	+0518	12.61 13.13
							Σ-0001	

3.2.3 Передача позначок через водні перешкоди

При передачі позначок через водні перешкоди шириною понад 100 м виникає необхідність у застосуванні особливих прийомів нівелювання. При ширині ріки до 300 м (ширина Дністра у водомірного поста близько 200 м) на обох берегах закріплюють 4 точки (рис. 3.2), які є вершинами паралелограма. У точках А и В забивають коли, у торці яких забивають цвяхи зі сферичними капелюшками. У точці 1, розташованої приблизно в 20 м від точки А, встановлюють нівелір.

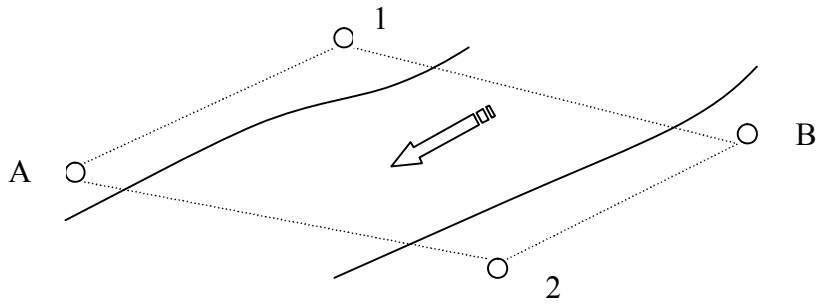


Рис. 3.2 - Передача позначок через річку

Спостереження виконують у наступній послідовності: спочатку роблять відліки по трьох нитках по чорній стороні рейки, установленій в точці А, потім по трьох нитках по червоній стороні цієї ж рейки. Далі, змінивши фокусування, роблять відліки по трьох нитках по чорній стороні рейки, установленій на точці В, і по трьох нитках по червоній стороні рейки, установленій в цій же точці. Потім, намагаючись не змінити фокусування труби, нівелір перевозять на інший берег і встановлюють на точку 2. Роблять спостереження по програмі, викладеній вище.

Такі спостереження становлять один прийом. Таких прийомів виконують не менш двох. По кожному прийомі обчислюють середнє арифметичне з перевищень на двох станціях. Розбіжності між ними не повинні перевищувати 10 мм на кожні 100 м. Розбіжності між середніми перевищеннями з першого та другого прийомів не повинні розрізнятися між собою більш ніж на 8 мм. За остаточне значення перевищення приймають середнє із двох прийомів.

Таким способом передають позначки нівелюванням 3 або 4 класу.

Звітні матеріали: журнал нівелювання; схема і профіль нівелювального ходу, журнал передачі позначок через ріку Дністер.

Контрольні питання:

1. Чому необхідна планова і висотна прив'язки топографо-геодезичних робіт?
2. Склад висотної прив'язки.
3. Склад планової прив'язки.
4. Які роботи проводяться при розбивці магістралі і створів?
5. Чому передача позначки через ріку проводиться спеціальними прийомами?

4 ГІДРОМЕТРИЧНІ РОБОТИ

4.1 Організація водомірного поста

Спостереження за рівнями води необхідні при проведенні всіх видів гідрометричних робіт. Для цієї мети організуються водомірні пости. Для тривалого періоду спостережень організуються постійні пости; для робіт тривалістю менш року - тимчасові. Пост повинен бути обладнаний одним або двома реперами та вимірювальними пристроями. Для тимчасових постів як вимірювальний пристрій використовують водомірні рейки або палі. Для пристроїв повинні бути визначені позначки нуля відліку, нуля графіка і приводки.

Завдання 4.1 Організуйте водомірний пост №2 на ґрику Олександрівський

Як репер поста використовуйте Rp2, позначений на рис. 3.1. Для вимірювального пристрою забийте палю або використайте стійкі бетонні або металеві спорудження в прибережній частині ґрика. Спорудження поста повинні бути нівельовані. Даний пост, разом з основним постом у с. Маяки утворюють уклонний водомірний пост.

Звітний матеріал: технічна справа поста з профілем і схемою, дані нівелювань, таблиці відміток і приводок, вимірянні рівні води та уклони водної поверхні.

4.2 Встановлення самописів рівня води

Акваторії водних об'єктів ґрлової частини Дністра піддані згінно-нагінним явищам. У ці періоди рівень води може змінитися на десятки сантиметрів. Сильний вітер звичайно спостерігається в денні години. Терміни ж спостереження на водомірних постах проводяться в 8 і 20 годин, і, тому, не враховують вплив на рівні згонів і нагонів. Для обліку таких явищ встановлюються самописи рівня води, звичайно з добовою дискретністю запису.

Самописи встановлюються на водомірному посту лабораторії в спеціально обладнаному для цієї мети приміщенні. Запускається самопис в 8 годин 00 хвилин. На стрічці в момент запуску робиться засічка, і відзначаються час запуску і рівень води по рейці водомірного поста. Таки ж записи на стрічці робляться в момент зняття стрічки із самописа.

Обробка стрічки полягає у визначенні екстремальних і середніх рівнів за добу.

Завдання 4.2 Встановіть самопис типу «Валдай»

Під час проведення польових робіт в 8 годин 00 хвилин запусить самопис.

Звітний матеріал: оброблені стрічки і дані про напрямок та силу вітру на метеостанції с. Маяки.

4.3 Визначення уклонів водної поверхні

Уклони поверхні води визначаються на ділянці Дністра від основного водомірного поста с. Маяки до ерика Олександрівський. На основному пості рівні визначаються по даним стрічок самописа рівня, на ерику Олександрійський - по водомірному посту №2 у періоді проведення робіт. Відстань між постами визначається за даними нівелювання (див. Гл. 3).

Завдання 4.3 Визначіть уклони водної поверхні в періоді проведення робіт

Дайте характеристику уклонів у періоді вітрових згонів і нагонів.

Звітний матеріал: таблиці рівнів по двох постах, обчислення уклонів, дані про напрямок та силу вітру, характеристика згонів і нагонів.

4.4 Проміри глибин по створах

Проміри проводять на обладнаних створах ерика Олександрівський (рис. 3.1). Перед початком і закінченням промірних робіт реєструють рівень на основному і тимчасовому водомірних постах.

На створах, закріплених на березі, натягається розмічений через 2 м трос. Проміри проводять по тросі через 2 м, наметкою. Відстані до промірних точок на всіх створах відраховують від постійного початку, за яке приймається точка на магістралі. Від постійного початку реєструють границі очерету, уріз води та записують глибину на урізі.

На створах, які закріплені на акваторії ерика (рис. 3.1), проміри проводяться за допомогою плавучого ланцюга.

Обробка журналів промірних робіт полягає у визначенні позначки рівня води в момент промірів за спостереженнями на водомірному пості та обчислених відміток дна. Якщо рівень води за час промірів змінився більш ніж на 5 см, то до обмірюваних глибин

уводиться зрізання. За результатами промірів будується план ерику М 1: 500 на двох аркушах ватманського паперу формату А1.

Завдання 4.4 Проведіть промірні роботи на ерику Олександрівський

Звітні матеріали: журнали промірів, план ерику Олександрівський у горизонталях.

4.5 Вимір витрат води поверхневими поплавцями

Вимір витрат води поплавцями проводять на ерику Олександрівський.

Для виміру витрат вибирають прямолінійну ділянку русла та призначають основний гідрометричний створ. Вище і нижче основного створу на однакових відстанях розбивають додатково два створи з таким розрахунком, щоб тривалість ходу поплавців між верхнім і нижнім створами була не менш 20 с. Відстані між створами вимірюють стрічкою. Створи закріплюють віхами. На кожному створі натягають розмічений через 2 м трос. В 5-10 м вище верхнього створу розбивають пусковий створ, він служить для запуску поплавців.

На основному створі через 2 м проводять проміри глибин гідрометричною лебідкою або наметкою.

Вимір швидкостей течії поплавцями роблять у послідовності:

— на пусковому створі закидають послідовно 15-25 поплавців;

— при проходженні кожного поплавця через створи спостерігачі дають сигнали, тривалість ходу поплавців визначають по секундоміру;

— на основному створі в момент перетинання його поплавцем відзначають відстань від постійного початку до поплавця в створі.

Для обчислення витрати на клітковину в «Книжці для запису виміру витрати води поплавцями» (КГ-7) наносять точки перетинання поплавців на основному створі. По нанесених точках проводять плавну криву — епюру. На епюрі через рівні відстані призначають швидкісні вертикалі, сполучаючи їх із промірними. Для кожної швидкісної вертикалі знімають з епюри тривалість ходу поплавця і обчислюють поверхневу швидкість течії $v_i=L/t$, де t — тривалість ходу поплавця; L — відстань між верхнім і нижнім створами. По даним промірів глибин обчислюють площі живого перетину між швидкісними вертикалями. Обчислюють фіктивну витрату води по формулі:

$$Q_f = kv_1\omega_0 + \omega_1(v_1 + v_2)/2 + \dots + \omega_{n-1}(v_{n-1} + v_n)/2 + kv_n\omega_n, \quad (4.1)$$

де v_i — поверхневі швидкості на швидкісних вертикалях; ω_i — площі перетину між швидкісними вертикалями; k — коефіцієнт, що враховує тертя води на урізі, для умов ґрика Олександрівського дорівнює 0,75.

Дійсна витрата води обчислюють по формулі:

$$Q = Q_f K, \quad (4.2)$$

де K — перехідний коефіцієнт від фіктивної витрати до дійсного, для ґрика Олександрівського дорівнює 0,86.

Завдання 4.5 Виконайте необхідний комплекс робіт для виміру витрати води поплавцями і обчисліть його

Звітний матеріал: книжка КГ-7.

4.6 Організація тросової переправи

Ширина р. Глибокий Турунчук близько 90 м, глибина до 10 м, швидкості течії іноді можуть досягати 1 м/с. У таких умовах важко удержати гідрометричне судно на якорях і звичайно влаштовують постійно діючу тросовою переправу. Трос натягається в період виробництва гідрометричних робіт. В інший час він убирається, - змотується лебідкою.

На р. Г. Турунчук лебідка встановлена на правому березі. На лівому перебуває анкер, для закріплення троса, і опора - для того, щоб підняти трос над рівнем води.

Для організації переправи призначається старший, котрий організує керування підйомом троса та стежить за виконанням правил техніки безпеки. Працювати зі сталевим тросом можна тільки в спеціальних рукавицях. Повинні бути виставлені в 200 м вище й нижче за течією страховочні моторні човни, які стежать за судноплаством і направляють минаючі судна до лівого берега - там, де трос високо піднятий над водою. У човнах повинні бути два прапори: червоний і білий. При наближенні судна червоний прапор піднімається вертикально над головою, - білий перебуває горизонтально і вказує судам місце проходу під тросом.

Кінець троса чіпляється за корму моторного човна і переволокається на лівий берег. У моменти переволокання та підйому тросу поблизу його не повинні бути люди. Трос повинен бути позначений червоними прапорцями. Після закріплення троса на

анкері та опорі лівого берега він обережно натягається лебідкою. Підходити до човнам до натягнутого тросу можна тільки проти течії води.

Завдання 4.6 Організуйте тросову переправу

Звітний матеріал: схема і опис тросової переправи.

4.7 Вимір витрат води вертушкою

Перед вимірами витрат води необхідно встановити придатність до роботи вертушки. Для цієї мети застосовують спосіб вибігу: на лопатевий гвинт вертушки намотується нитка, довжиною 1 м з вантажем 100 грам. Потім дають можливість вантажу вільно розкрутити лопатевий гвинт. Засікають час до повної зупинки гвинта. Час вибігу повинне бути 20 секунд і більше. Результати перевірки записуються в польову книжку КГ-3. Необхідно перевірити справність контактної і реєструючої механізмів, проводів. Перевірити стан гідрометричної лебідки, лічильника глибини й змазати їх машинним маслом. Лебідку прив'язують до лонжеронів човна дротом.

При вимірі витрат води виконуються наступні роботи: опис стану ріки, погоди; спостереження за рівнем води; проміри глибин; виміри швидкостей течії у двох точках на кожній швидкісній вертикалі.

Для виконання робіт до троса лебідки кріплять вертушку, рибовідний вантаж і наконечник батометра для відбору проб наносів. Човен прив'язують до троса переправи носовим кінцем так, щоб трос лебідки перебував у першій марки розміченого троса переправи. Це буде промірна вертикаль. Опускають вантаж до зіткнення з водною поверхнею. У цей момент скидають показання лічильника глибин на нуль. Опускають грузило до дна і записують глибину. Пересуваються по тросу переправи на 5 метрів - до наступної марки. Це буде швидкісна вертикаль. Вимірюють глибину і визначають дві точки виміру швидкостей: 0,2 і 0,8 глибини. Піднімають вертушку в точку 0,8 глибини і вимірюють швидкість. Потім вимірюють швидкість у точці 0,2 глибини. Наступна вертикаль, через п'ять метрів по тросу - промірна, а через одну - швидкісна. Отже, промірні вертикалі через 5 м, а швидкісні - через 10 м від постійного початку. Усього повинно бути 7-9 швидкісних вертикалей і у два рази більше - промірних.

При вимірі швидкостей вертушкою типу ГР-21, що посилає сигнал через 20 обертів лопатевого гвинта, пропускають перший сигнал вертушки. Секундомір запускають у момент закінчення

другого сигналу. Чекають третього сигналу і записують у книжку КГ-3 час закінчення сигналу. Далі чекають наступного сигналу і записують час його закінчення. При більших швидкостях течії сигнали впливають один за одним часто, тому відлік часу беруть через 2-5 сигналів. Вимір швидкості триває поки час витримки вертушки в точці буде більше 100 секунд і число сигналів буде не менш чотирьох.

Приклад:

Номер прийому	1	2	3	4	5	6
Відлік по секундоміру	20	39	59	80	100	121

Число сигналів повинне бути парним для того, щоб зрівняти тривалість першої та другої половини виміру; вони повинні відрізнятися не більш ніж на 5 с. Якщо відмінність більше 5 с, то вимір продовжують ще на 2, 4 або 6 прийомів.

Порядок виміру вертушкою типу ГР-99, що реєструє сигнал через 1 оберт лопатевого гвинта. Скидають показання електромеханічного лічильника оборотів на нуль. Включають лічильник, з ним автоматично запускається секундомір. Після 100 секунд вимикається лічильник і секундомір. Показання оборотів вертушки й секундоміра записують у книжку КГ-3.

Більш автоматизована робота вимірника швидкості течій (ВШТ). Після встановлення вертушки в точку вимірів запускають лічильник. Через 100 обертів він самостійно виключиться і на електронному індикаторі вкаже швидкість течії.

Після проведення вимірів на всіх вертикалях вертушку треба відразу ж розібрати, витерти й промити деталі бензином, залити в лопатевий гвинт на його ємність трансформаторне масло та зібрати вертушку.

Для обчислення витрати води в книжці КГ-3 необхідно розрахувати три таблиці. Перша — площі поперечного переріза між промірними і швидкісними вертикалями. Спочатку розраховуються площі f_j між сусідніми промірними вертикалями за правилом трапецій. Потім обчислюють площі ω_i між сусідніми швидкісними вертикалями шляхом підсумовування відповідних площ f_j .

Друга таблиця — обчислення швидкостей. Спочатку для кожної точки вимірів розраховується число оборотів у секунду гвинта вертушки розподілом числа оборотів на час виміру. По тарувальній кривій визначається швидкість течії в точках u_{02} і u_{08} . Потім визначається середня швидкість на вертикалі по формулі:

$$v_v = 0.5 (u_{02} + u_{08}) . \tag{4.3}$$

У третій таблиці обчислюють витрата води. Для цього за отриманим значенням середніх швидкостей на вертикалях обчислюють середні швидкості між сусідніми вертикалями:

$$v_{cp} = (v_{v1} + v_{v2}) / 2 . \quad (4.4)$$

Для крайніх ділянок водного перетину (між урізом води і швидкісних вертикалей) середню швидкість приймають рівної швидкості на першій (або останній) вертикалі, помноженої на коефіцієнт k , значення якого встановлюють по таблиці 4.1.

$$v_{cpk} = k v_{v1} . \quad (4.5)$$

Таблиця 4.1 – Значення коефіцієнта k

Характеристика берега	Значення k
1. При відсутності мертвого простору	
- пологий берег з нульовою глибиною на урізі води	0,7
- природний стрімчастий берег або нерівна стінка	0,8
- гладка бетонна стінка	0,9
2. При наявності мертвого простору	0,5

Обчислюють часткову витрату для площ між швидкісними вертикалями:

$$q_i = \omega_i v_{cpi} . \quad (4.6)$$

Повна витрата дорівнює сумі часткових витрат.

Приклад обчислення витрати води наведен у таблиці 4.2.

Завдання 4.7 Проведіть вимір витрати води вертушкою на р. Г. Турунчук на тросовій переправі основним способом.

Звітний матеріал: польова книжка КГ-3.

**Таблиця 4.2 - Обчислення витрати води
вимірної вертушкою**

Проміри глибин				Обчислення площі				Обчислення витрати води		
№ вертикалі		Відстані від постійного початку, м	Глибина, м	Середня глибина між промірними вертикалями, м	Відстань між промірними вертикалями, м	Площа водного перетину, м ²		Середня швидкість, м/сек		Часткова витрата між швидкісними вертикалями, м ³ /сек
промірної	швидкісний					між промірними вертикалями	між швидкісними вертикалями	на швидкісній вертикалі	між вертикалями	
Ур. л. б.		21,0	0,00	0,30	4,0	1,20	6,95		0,258	1,79
1	1	25,0	0,60	1,15	5,0	5,75	22,25	0,387	0,579	12,88
2	2	30,0	1,70	2,05	5,0	10,25				
3		35,0	2,40	2,40	5,0	12,00	22,35	0,771	0,749	16,74
4	40,0	2,40	2,32	5,0	11,60					
5	3	45,0	2,25	2,15	5,0	10,75	19,10	0,727	0,684	13,08
6		50,0	2,05	2,00	5,0	10,00				
7	4	55,0	1,95	1,82	5,0	9,10	0,642			
8		60,0	1,70	1,62	5,0	8,10				
9		65,0	1,55	1,00	5,0	5,0	13,10	0,514	6,73	
Ур. п. б.		70,0	0,45							
						$\Omega=117 \text{ м}^2$	$Q=50,3 \text{ м}^3/\text{с}$			

4.8 Вимір і обчислення витрат наносів

Вимір витрати зважених наносів сполучають із виміром витрати води, і полягає у відборі проб води для наступного визначення кількості наносів, що втримуються в ній. Проби води беруть одночасно з виміром швидкостей течії батометрами тривалого наповнення - вакуумним або батометром-пляшкою.

Перед відбором проб необхідно підготувати беззольні фільтри. Їх підписують олівцем по краю в чотирьох місцях і сушать у термостаті при температурі 105 – 110 °С протягом двох годин. Потім фільтри зважують на аналітичних вагах з точністю 0,0001 гр. Зважують також бюкси, у які згодом, після відбору проб і фільтрування, укладаються фільтри з наносами. Результати записують у журнал зважування фільтрів і бюкс.

В час виміру витрат проби води зливаються в спеціальні ємності і у польовому журналі записують номери ємностей у кожній точці відбору. Відібрані проби води доставляються на берег, де проводиться їхнє прискорене фільтрування під тиском за допомогою фільтрувального пристрою Куприна ГР-60. Проба води обсягом 1 л вливається в скляний балон. Повітря в балон нагнітається ручним

насосом. Тиск у балоні перевіряється манометром і допускається не більше 3 атм. Є небезпека вибуху балона, тому працювати із ГР-60 необхідно з боку прикритого захисним щитком. Відкривати балон після фільтрування проби можна тільки після відгвинчування верхньої кришки балона - коли тиск у ньому стане рівним атмосферному. Фільтри з наносами звертаються навпіл так, щоб наноси виявилися усередині згорнутого фільтра. Потім звертаються ще раз і загортають зовнішній край фільтра так, щоб був видний номер. Згорнуті фільтри поміщають у бюкси і записують у журналі номера відфільтрованих ємностей, фільтрів і бюкс.

Проби доставляються в лабораторію, бюкси відкривають і поміщають у термостат, де їх сушать 3 години. Після цього бюкси закривають, прохолоджують і зважують. Маса наносів визначається вирахуванням із сумарної маси наносів, бюкс і фільтра маси двох останніх доданків.

Обчислення витрати наносів роблять у наступному порядку. Визначається мутність одиничної проби:

$$S = 10^6 m/A, \quad (4.7)$$

де A — об'єм проби, мл; m — маса наносів у пробі, г.

Для кожної точки відбору проби обчислюється одинична витрата наносів α у $\text{г}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$:

$$\alpha = S v, \quad (4.8)$$

де v — швидкість у точці відбору проби. Середня одинична витрата наносів на вертикалі обчислюється як середнє одиничних витрат у точках вертикалі.

Витрата зважених наносів обчислюється по формулі:

$$R = 0.001 [k\alpha_1\omega_0 + (\alpha_1 + \alpha_2)\omega_{1/2} + \dots + (\alpha_{n-1} + \alpha_n)\omega_{n-1/2} + k\alpha_n\omega_n], \quad (4.9)$$

де $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ — середні одиничні витрати на вертикалях; $\omega_1, \dots, \omega_n$ — площі водного перерізу між швидкісними вертикалями, м^2 ; k — коефіцієнт визначається по таблиці 4.1.

Приклад оформлення розрахунків наведений у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Обчислення витрати зважених наносів

№ вертикалі	Площа водного перетину між швидкісними вертикалями, м ²	Витрата води			Витрата зважених наносів			
		Середня швидкість на вертикалі, м/с	Середня швидкість між вертикалями, м/с	Витрата води між вертикалями, м ³ /с	Середня мутність на вертикалі, г/м ³	Середня одинична витрата, г/(с·м ²)		Витрата між вертикалями, кг/с
						на вертикалі	між вертикалями	
Ур.л.б. 1 2	19,4		2,09	40,5			927	18,0
1/3		2,98			443	1324		
.....
3/9		3,11			610	1819		
10	15,5		2,18	23,8		1273		20,0
	Ω=101			Q=274				R=149

Завдання 4.8 Виміряйте витрату завислих наносів основним способом одночасно з виміром витрат води на р. Г. Турунчук

Звітний матеріал: відомості зважування фільтрів і бюкс; книжки обчислення витрат наносів.

Контрольні питання:

- 1. Навіщо виміряються рівень води перед початком і закінченням промірних робіт?*
- 2. Які пристрої обов'язкові на водомірних постах?*
- 3. У яких випадках до обмірюваних глибин при промірних роботах вводиться зрізання?*
- 4. Як обчислити відмітки дна за результатами промірів глибин?*
- 5. Чому час ходу поплавців при вимірі витрат води не повинне бути менш 20 с?*
- 6. Назвіть три способи виміру витрати води вертушкою. Коли вони застосовуються?*
- 7. Чому час визначення швидкості в точці при вимірах вертушкою повинне бути не менш 100 с?*

5 ГІДРОХІМІЧНІ ТА ГІДРОБІОЛОГІЧНІ РОБОТИ НА ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ

5.1 Проведення візуальних спостережень і визначення основних фізико-хімічних властивостей води

Візуальні спостереження включають:

- визначення рівня забруднення; високим рівнем забруднення води або різкого погіршення її якості, вважати: покриття не менш однієї третини поверхні водоймища, озера, водотоку нафтовою або масляною плівкою; загибель риби, рослин; поява гнильного запаху не властивого воді даного водотоку або водойми;
- виявлення, по можливості, джерела забруднення; установлення дати скидання стічних вод, речовин що забруднюють і їхню кількість, зону поширення забруднення по довжині ріки, орієнтовний нанесений збиток.

Для визначення фізико-хімічних властивостей води проводять роботи:

- визначення рН, розчиненого кисню, кольоровості й прозорості води;
- відбір проби води обсягом 3 л для хімічного аналізу;
- визначення гідрологічних параметрів: рівня води, швидкості течії;
- вимір температури повітря, швидкості і напрямку вітру, наявність опадів.

5.2 Відбір проб води і ґрунту для хімічних аналізів

Проби води на хімічний аналіз відбирають у гідрохімічних або гідрологічних створах на стрижні потоку з глибини 0,2-0,5 м від поверхні води емальованим відром місткістю 10 л. Із відра наповнюють водою посудини для визначення величини рН, змісту розчиненого у воді кисню, двоокису вуглецю, фіксують розчинений у воді кисень, а також наповнюють водою пляшки для визначення БСК і подальшого аналізу в лабораторії. Проби для визначення нафтопродуктів, фенолів, СПАР, важких металів, пестицидів відбирають в окремі пляшки.

Відбір проб води для визначення пестицидів роблять з придонного шару батометром.

Обсяг проби води на хімічний аналіз із кожного створу становить 7—8 л. Для транспортування проб води використовують, поліетиленовий і скляний посуд. З метою збереження пляшок при транспортуванні необхідно не доливати воду до пробки на 1-2 см.

5.3 Відбір проб фітопланктону

Відбір проб фітопланктону на великих ріках, глибоководних озерах у водоймищах роблять батометром. Проби послідовно відбирають з горизонтів 0; 1; 2,5; 5; 10; 20 м і т.д. Проби, відібрані з кожного шару, зливають у чисте відро, ретельно перемішують і з відра відбирають пробу обсягом 0,5 л. Потім проби консервують, додаючи 25 мл формаліну на 6,5 л проби.

На малих ріках і мілководдях відбір проб роблять простим черпанням 0,5 л води з горизонту 0,2 м. Проби консервують у такий же спосіб.

Для якісного обліку відбір проб роблять планктонною сіткою (газ № 77).

На мілководдях відбір проб сіткою здійснюють при буксируванні човном або при проціджуванні через сітку не менш 30 л води. На глибоких місцях необхідно проводити лов від дна до поверхні. По закінченні лову сіткою осад зі стаканчика переливають в окрему посудину і консервують так само, як проби для кількісного обліку. Після відбору кожної проби сітку споліскують два три рази. Для цього сітку опускають у воду так, щоб вода не переливалася, через верхній край сітки. Це роблять для того, щоб змити із сітки прилипли до неї водорості. Зібрані в такий спосіб організми виливають у ту ж посудину.

5.4 Відбір проб зообентосу

Організми зообентосу для якісного аналізу відбирають з поверхні і з товщі ґрунту, а також з водної рослинності в прибережній зоні водного об'єкта на ділянці довжиною до 50 м в одну та іншу сторони від створу на доступній глибині.

Знаряддям збору тварин із ґрунту є шкребок, причому мішок у кінцевій частині можна зробити з міцної тканини типу рогожки. Промивання ґрунту виробляється через сачок, мішок у якого зшитий з газу № 23. Збір тварин з водяних рослин роблять сачком або шкребком. Відібрану пробу негайно фіксують 4%-ним розчином формаліну.

Збір зообентосу з ґрунту. У декількох точках з різним характером дна шкребком на доступній глибині зрізують шар ґрунту на глибину ріжучої пластини, при цьому рамку шкребка із силою притискають до поверхні ґрунту й протаскують на відстань 0,5 м або менше. Ґрунт з шкребка переносять у відро. Досить набрати половину місткості відра. Якщо відібраний ґрунт являє собою мулові відкладення (при розтиранні пальцями не відчувається пісок), то його із відра вроздріб переносять у сачок для розділу тварин і ґрунту. При зануренні сачка у воду до рівня

обруча і струшуванні його частина ґрунту проходить крізь вічка сітки. Залишок у сітці змивають у центральну частину мішка, поливаючи водою на внутрішню поверхню мішка. Потім мішок вивертають над банкою і, занурюючи центральну частину мішка у воду, змивають тварин, що залишилися, з ґрунтом у банку. Весь зібраний матеріал поміщають в одну або кілька банок в залежності від його кількості. Ґрунт з тваринами завжди повинен становити не більше половини місткості банки. Простір, що залишився, у банці заповнюють водою з розчином формаліну. При тривалому транспортуванні проб у лабораторію вільний простір в банці заповнюють до пробки 4%-ним розчином формаліну.

Збір організмів перифітону (обростань) з поверхні твердих предметів (пали, греблі, мости, камені) здійснюють за допомогою ложки, пінцета, ножа. Для одержання порівнянних результатів бажано відбирати проби на різних створах з однакових субстратів (предметів). Відбирати пробу треба обережно, уникаючи влучення часток дерева, бетону, мулу.

Зіскрібок поміщають у банку місткістю 500 мл і заливають її на 2/3 водою. Потім фіксують 10 мл 40%-ного розчину формаліну. Банку закривають поліетиленовою кришкою.

Кожну пробу на гідробіологічні компоненти позначають етикеткою.

5.5 Вимір температури води

Температуру води в поверхневому шарі визначають водним термометром, який опускається у водний об'єкт у місці відбору проби на глибину 0,5 м. Після 10 хвилинної витримки термометр виймають і роблять відлік з точністю до 0,1 °С. Результат записують у талон польовій книжці КГ-9.

5.6 Визначення прозорості і кольору

Прозорість визначається в польових умовах по границі зникнення білого диска Секкі.

У лабораторних умовах у колориметричну пробірку ємністю 30 мл наливають досліджувану пробу води і візуально визначають кольори і прозорість. Ступінь прозорості виражається висотою стовпа рідини в см, через який чітко видний спеціальний шрифт. Прозорістю не менш 30 см повинні володіти води, що подаються для питного водопостачання без посвітління. Річкові води, крім гірських, можуть мати прозорість 25 см. Зменшення прозорості природних вод свідчить про їхнє забруднення.

Кольоровість — це природна властивість води, обумовлена наявністю гумінових речовин, які надають їй фарбування від жовтуватого

до коричневих кольорів. Гумінові речовини утворюються при руйнуванні органічних сполук у ґрунті, вимиваються з нього і надходять у відкриті водойми. Тому кольоровість властива воді відкритих водойм і різко збільшується в паводковий період. Кольоровість води визначається в градусах. Вода, що має кольоровість 20 °, вважається безбарвною. Вода, що не піддається перед подачею споживачеві знебарвленню, повинна мати кольоровість не вище 20 °.

Устаткування, реактиви, матеріали

1) фотоколориметр; 2) циліндр на 100 мл; 2) мірні колби на 1 л; 3) дистильована вода; 4) стандартний розчин №1: 0,0875 г біхромату калію, 2 г сульфати кобальту й 1 мл сіркової кислоти з щільністю 1,84 г/мл розчиняють у дистильованій воді і доводять обсяг до 1 л. Розчин відповідає кольоровості 50 °; 5) розчин №2: 1 мл концентрованої H₂SO₄ доводять дистильованою водою до 1 л.

Для створення шкали кольоровості змішують розчини № 1 і №2 у циліндрах у наступних співвідношеннях (табл. 5.1)

Таблиця 5.1 - Хромово-кобальтова шкала кольоровості

Розчин №1, мл	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	16
Розчин №2, мл	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	84
Градуси кольоровості	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70

Кольоровість можна визначати візуально. Для цього в колориметричний циліндр наливають 100 мл профільтрованої досліджуваної води і, переглядаючи фарбування контрольних розчинів зверху вниз, знаходять циліндр, фарбування рідини в якому збігається з фарбуванням води в циліндрі з досліджуваною водою.

Кольоровість можна більш точно визначити на фотоколориметрі. Для цього будують градуирований графік по хромово-кобальтовій шкалі кольоровості. Розчини з різною кольоровістю фотометрують у кюветі на 5 см у синій частині спектра щодо профільтрованої дистильованої води.

5.7 Визначення запаху

Визначення запаху роблять відразу після відбору безпосередньо в об'єкта. Спостерігач не повинен курити або приймати гостру їжу перед проведенням визначення. Визначення варто проводити при кімнатній температурі (20 °С). Для цього 250 мл проби води поміщають у

конічну колбу, закривають колбу пробкою і струшують обертовим рухом у закритому стані. Відкривають пробку і органолептичне визначають характер запаху (табл. 5.2), інтенсивність (табл. 5.3). Дані інтенсивності, характер запаху записують словесно (наприклад, другий хлорний) нижче запису прозорості в талоні польовій книжці КГ-9.

Таблиця 5.2 - Класифікація запаху

Характер запаху	Можливі джерела походження запаху
Хімічний	Промислові стічні води або хімічна обробка
Хлорний	Вільний хлор
Вуглеводний	Стоки нафтоочисних заводів
Лікарський	Фенол і йодоформ
Сірчистий	Сірководень
Гнильний	Застояні стічні води

Таблиця 5.3 - Визначення інтенсивності запаху води

Інтенсивність, балах	Характеристика	Поява запаху
0	Ніякого запаху	Відсутність відчутного запаху
1	Дуже слабкий	Запах непомітний споживачем, але помітний фахівцем
2	Слабкий	Запах, легко помітний споживачем, якщо звернути увагу на нього
3	Помітний	Запах, помітний і здатний бути причиною того, що вода стає непридатною для пиття
4	Виразний	Запах, що обертає на себе увагу і змушуючи втриматися від пиття
5	Дуже сильний	Запах настільки сильний, що робить воду непридатною для пиття

5.8 Визначення концентрації іонів водню (рН)

Визначення рН виробляється безпосередньо у водного об'єкта відразу ж після відбору проби. Вимір рН виконують колориметричним або електрометричним методом.

Колориметрична шкала, складається з 19 запаєних пробірок з розчинами і двох порожніх, з гумовими пробками, призначених для

відібраної проби води. Досліджувану воду наливають в одну із пробірок за допомогою сифона - чистої гумової трубки, з затискачем Мору і скляним наконечником. Пробірку обполіскують два рази досліджуваною водою, а потім наповнюють до мітки. Прикладені до шкали індикатори діють тільки в певній частині шкали; бромтимоловий синій - рН від 6,00 до 7,60; крезоловий червоний - рН від 7,60 до 8,20; тимоловий синій - рН від 8,2 до 9,2.

Застосування того або іншого індикатора буде залежати від очікуваної величини рН відібраної проби. Якщо визначення виробляється вперше, рекомендується починати з індикатора крезолового червоного. Індикатор набирають мікропіпеткою до верхньої риси і доливають у пробірку з досліджуваною пробою в обсязі 0,5 мл. Пробірку закривають пробкою, і її вміст обережно перемішують дворазовим перевертанням. При цьому досліджувана вода приймає певне фарбування, що буде залежати від концентрації іонів водню у відібраній пробі. Отримане фарбування проби порівнюють з фарбуванням розчину шкали в пробірках з відповідним індикатором. Порівняння фарбувань необхідно робити на білому тлі із двома суміжними пробірками шкали.

У випадку точного збігу тону фарбування за результат приймають величину рН зазначену на етикетці пробірки шкали. Якщо фарбування досліджуваної води відповідає проміжному тону між двома пробірками шкали, за результат беруть середнє між ними значення рН. Якщо отримане фарбування проби води не підходить по фарбуванню в межах дії даного індикатора, наприклад, крезолового червоного, визначення варто повторювати з іншим індикатором. Для цього другу перевірку зі шкали заповнюють тією ж пробою води і чистою мікропіпеткою доливають обраний індикатор. Отримане фарбування порівнюють із відповідними розчинами шкали. Вибір другого індикатора роблять у такий спосіб:

- якщо фарбування відібраної проби води з індикатором крезоловий червоний інтенсивно жовте і не рівняється з першою пробіркою шкали діапазону крезолового червоного, застосовують індикатор бромтимоловий синій;

- якщо фарбування відібраної проби води червоне і більш яскраве, чим в останній пробірці шкали діапазону крезолового червоного, застосовують індикатор тимоловий синій.

5.9 Визначення розчиненого кисню (O₂)

Кількість кисню, розчиненого у воді, залежить від температури води та парціального тиску. При парціальному тиску кисню в атмосферному повітрі, рівному 0,21 ат, в умовах контакту води з

повітрям при атмосферному тиску 760 мм рт. ст. граничний (рівноважний) зміст кисню залежить від температури води. Ця залежність виражена рівнянням (5.1). Концентрація кисню C_{Kn} може бути виражена в мг/л, мг/дм³ або см³/л. Перехід між цими розмірностями виражається співвідношенням: 1 мг/л=1.429 см³/л.

Цю залежність апроксимують рівнянням:

$$C_{Kn}=14,22 e^{-0,0219t} . \quad (5.1)$$

Зниження концентрації кисню в порівнянні з величинами, розрахованими по рівнянню (5.1) свідчить про забруднення води. У ріках, котрі використовуються для господарсько-питного водопостачання, зміст розчиненого кисню не повинне бути менш 4 мг/л. При концентрації кисню нижче 1-1,5 мг/л гине риба.

Метод визначення кисню складається із двох частин: фіксації й визначення кисню йодометричним методом. Для фіксації кисню застосовуються склянки із притертими пробками місткістю 100 — 150 мл. Їх на місці відбору два-три рази обполіскують досліджуваною водою, ставлять на емальовану або керамічну підставку і наповнюють до країв за допомогою сифона із відра, закритого кришкою, або батометра з тільки що відібраною пробкою води. Щоб уникнути перемішування відібраної проби з повітрям скляний наконечник сифона опускають до дна склянки і по мірі наповнення водою піднімають до поверхні води в склянці. Відразу ж (не закриваючи склянку пробкою) вводять 1 мл розчину хлористого марганцю ($MnCl_2$) і обережно 1 мл лужного розчину йодистого калію ($KI+NaOH$). Піпетку щораз варто занурювати спочатку до половини склянки, а потім у міру виливанні розчину піднімати її нагору. Для кожного із цих розчинів варто застосовувати окрему піпетку. Після введення розчинів склянку закривають притертою пробкою так, щоб під нею не залишилося пухирців повітря. Уміст склянки ретельно перемішують, записують номер, об'єм склянки і номер проби,

Після того як рідина над осадам у склянці стане прозорою (але не пізніше 1 доби), приступають до визначення кисню. Цю операцію проводять на березі. Для цього склянки ставлять знову на підставку, відкривають пробку і додають у склянку, не збовтуючи осаду, 5 мл розчину соляної кислоти (HCl - 2:1). Прозора рідина, що вилілася зі склянки через край, при визначенні не враховується. Склянку закривають пробкою і ретельно збовтують до повного розчинення осаду. У результаті виділення йоду рідина офарблюється в жовті кольори.

Заповнюють бюретку, приготовлену для титрування, розчином 0,02 н тіосульфату доводять рівень рідини до нульового розподілу,

переливають уміст склянки в конічну колбу місткістю 250 - 300 мл і починають швидко по краплях доливати з бюретки розчин тіосульфату при безперервному перемішуванні рідини в колбі. При цьому фарбування розчину в колбі міняється від темно-жовтої до ясно-жовтої. При досягненні солом'яно-жовтого фарбування проливають 1 мл розчину крохмалю, у результаті чого з'являється синє фарбування. Далі тіосульфат додають обережно по краплях, ретельно перемішують розчин до повного зникнення синього фарбування від однієї доданої краплі. Потім невеликою кількістю (10 - 15 мл) оттитрованої проби обполіскують склянку, у якій фіксувався кисень, і виливають розчин назад у колбу.

Якщо з'являється знову синє фарбування, пробу дотитровують розчином тіосульфату до знебарвлення. Виждавши 30 с, роблять відлік по бюретці, результат записують у талон польової книжки КГ-9. Появу через кілька хвилин синього фарбування вже не беруть до уваги.

Всі розчини варто набирати за допомогою груші.

Розрахунок кисню у воді:

$$x = 8n * 1000 / (y - 2) \text{ мг O}_2/\text{л}, \quad (5.2)$$

де N — нормальність розчину тіосульфату; n — кількість розчину тіосульфату для титрування проби, мл; y — обсяг склянки, мл; 2 — обсяг води, що вилася при введенні реактиву, мл.

У день визначення кисню необхідно перевірити нормальність розчину тіосульфату, яким титрують пробу. Для цього в чисту конічну колбу на 250—300 мл доливають 35 мл дистильованої води, всипають 1 г сухого йодистого калію KI і за допомогою піпетки доливають у колбу точно 15 мл 0,02 і розчину двохромовоокислого калію ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) і 10 мл розчин соляної кислоти (2:1) HCl.

Уміст колби перемішують в оттитровують розчином тіосульфату, яким була наповнена бюретка.

При досягненні солом'яно-жовтого фарбування в колбу додають 1мл розчину крохмалю, 60—100 мл дистильованої води і продовжують титрування до переходу фарбування від синього до злегка зеленуватого (кольори іона Cr^{3+}). Роблять відлік по бюретці, відзначаючи кількість тіосульфату, витраченого на титрування. Визначення повторюють ще раз і якщо розбіжність відліків по бюретці не перевищує 0,1 мл, за результат титрування беруть середнє арифметичне, записавши, однак, обидва відліки в талон польової книжки КГ-9.

Розрахунок нормальності розчину тіосульфату ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$):

$$N = 0,02a/n, \quad (5.3)$$

де a — кількість розчину $K_2Cr_2O_7$ (мл), узятий для визначення нормальності; n — кількість розчину тіосульфату для титрування; N — нормальність тіосульфату. Нормальність тіосульфату визначається щораз.

Використовувані реактиви:

1) 0,02 н розчин тіосульфату натрію. Розчин готують із навішення 5г $Na_2S_2O_7 \cdot 5 H_2O$, приготований у стаціонарній лабораторії, і поміщають у суху чисту пробірку із притертою пробкою. Для цього вміст пробірки висипають обережно через суху лійку в мірну колбу місткістю 1 л, потім обполіскують у неї із промивальні дистильованою водою стінки пробірки, пробку, лійку і доливають колбу до мітки. Для кращого збереження розчин переливають у темну склянку та доливають 2 мл хлороформу. Використають не раніше, ніж через 10 днів, періодично (не рідше одного разу на місяць) перевіряючи його нормальність. Строк зберігання - не більше року при відсутності помітного осаду;

2) 0,02 н точний розчин двохромовокислого калію $K_2Cr_2O_7$ у склянці на 50—100 мл зі скляною або гумовою пробкою готують у стаціонарній лабораторії, зберігають не більше одного року;

3) розчин хлористого марганцю $MnCl_2$ у склянці на 50 мл з гумовою пробкою, його готують у стаціонарній лабораторії; строк використання розчину при відсутності осаду не обмежений;

4) лужний розчин йодистого калію ($KI+NaOH$) готують у стаціонарній лабораторії, зберігають у темній склянці з гумовою пробкою, строк застосування при відсутності осаду не обмежений. Лужний розчин йодиду калію один раз у два тижні перевіряють на відсутність вільного йоду в такий спосіб. К 1 мл цього розчину додають 100 мл дистильованої води, 5 мл розчину соляної кислоти (2:1) і 1 мл 0,5%-ного розчину крохмалю. Якщо протягом 5 хв. не з'явиться блакитне фарбування, то реактив визнають придатним для використання, у противної випадку його заміняють;

5) розчин хімічно чистої соляної кислоти (2:1) готують в стаціонарній лабораторії і зберігаються в склянці на 250 мл із притертою скляною пробкою; замість його можна використовувати розчин сірчаної кислоти (1:4);

6) 0,5 % розчин крохмалю готують щораз у день визначення кисню, для чого перемішують на холоді 0,1 г рисового або пшеничного крохмалю з 20 мл дистильованої води і нагрівають у пробірці до кипіння. Гарний крохмаль дає при титруванні тіосульфатом різкий перехід фарбування від синьої до безбарвного без проміжних фіолетових тонів.

5.10 Визначення біохімічного споживання кисню (БСК5)

Біохімічне споживання кисню дає відносне подання про зміст у воді легкоокислюємої органічної речовини: чим вище її концентрація, тим більше споживання кисню.

Для визначення БСК5 у природних водах рекомендується скляночний метод, коли кількість кисню для окислювання органічної речовини в пробі визначається по різниці змісту розчиненого кисню у двох пробах. В одній з них визначається зміст кисню негайно ж, а в іншій — після п'ятидобової інкубації при 20° С у темряві.

Досліджувану пробу 250—300 мл доводить до температури 20°С (шляхом нагрівання або охолодження) і сильно струшують у скляній колбі місткістю 500 мл протягом однієї хвилини для насичення повітрям. Потім воду наливають у дві склянки із притертими пробками (кожна на 100-160 мл) так, щоб вода переливалася через край.

В одній зі склянок кисень визначають відразу ж, іншу склянку з досліджуваною водою витримують у темряві в термостаті (температура 20 °С) у ємності з водою (вода повинна покривати склянку повністю) 5 діб. Після закінчення цього строку в ній визначають розчинений кисень, що залишився (метод - див. визначення кисню).

Якщо рН досліджуваної води нижче 6,0 або вище 8,5, то відібрану пробу води спочатку варто нейтралізувати 1,0 н розчином соляної кислоти або лугу.

У випадку забруднених вод варто робити попереднє розведення проби. Вказівки про розведення, а також необхідна для цього дистильована вода з живильними солями доставляється спостерігачеві в комплектах польової лабораторії.

Розрахунок біохімічного споживання кисню:

$$x = A - B, \quad (5.4)$$

де x — БСК5, мг/лО₂; A — зміст розчиненого кисню у воді в перший день, при температурі 20 °С, мг/л; B — зміст розчиненого кисню у воді через 5 діб.

Результати визначення БСК5 записуються на звороті талона польовий книжка КГ-9.

5.11 Підготовка проб води та ґрунту для транспортування в лабораторію

Відразу після визначення фізичних властивостей та аналізу нестійких компонентів варто підготувати проби на хімічний і гідробіологічний аналізи для відправлення в стаціонарну лабораторію.

Для запобігання зміни хімічного складу води проби на хімічний аналіз консервуються хлороформом — 3—4 л (2 мл на 1 л води), кислотою — 1 л (1 мл 25%-ної H_2SO_4 на 1 л води), лугом — 1 л (5мл 30%-ним NaOH на 1 л води). Загальний обсяг проби становить 7—8 л, з них 2 л без консервації.

Для визначення в пробі води фенолів (1 л з лугом), нафтопродуктів (1 л із хлороформом), пестицидів (1 л не консервована) використовується скляний посуд, а для інших аналізів - поліетиленовий посуд.

Кожна пляшка повинна мати талон (етикетку):

Водний об'єкт _____	Пункт _____
Дата відбору проби _____	
Місце відбору проби _____	
Глибина відбору проби _____	
Консервація проби _____	
Пробу взяв _____ (прізвище, ім'я, по батькові)	

Проба води і ґрунту на гідробіологічний аналіз з розрахунку чотирьох компонентів складається з 1 л води на фітопланктон, 200 мл на зоопланктон, а також ґрунту з водою з 2 обсягів по 200 мл - на зообентос, зіскріб з водою 500 мл на перифітон. Кожна тара повинна мати талон (етикетку).

Контрольні питання:

1. Склад візуальних спостережень у випадках забруднення води.
2. Де і які проби відбираються у водоймах для визначення хімічних властивостей води?
3. Назвіть методи консервації проб води, призначених для хімічних аналізів.
4. Як відбираються проби фітопланктону?
5. Як відбираються проби зообентосу?
6. Які фізико-хімічні властивості води визначаються в польових умовах?
7. Як проводиться аналіз води для визначення концентрації кисню?
8. Для чого визначається біохімічне споживання кисню у воді?

6 КІЛЬКІСНА ОЦІНКА БІОМАСИ

6.1 Основні представники і особливості групи фітопланктону

Фітопланктон - сукупність мікроскопічних водоростей. Їх величина вимірюється десятими і сотими частками міліметра, не більше 1-2 мм у діаметрі. Ці водорості самостійно не пересуваються. Для підтримки вільного ширяння в товщі води в них є ряд пристосувань: малі розміри, великий зміст води в клітках, легкі покриви, певна форма тіла, вирости, включення газу, масла, слизуваті утворення і т.п.

Водорості містять основний пігмент зелений хлорофіл, у деяких є інші пігменти: ксантофілл, фікоеритрин, фікоціан та інші. Завдяки переважному змісту їх у клітках водорості пофарбовані в різні кольори. Планктонні водорості по ряду ознак поєднуються в систематичні групи - відділи: 1) синьо-зелені, 2) евгленові, 3) зелені, 4) жовто-зелені, 5) золотаві, 6) пірофітові, 7) датомові.

Відділ синьо-зелені водорості (Цианотрита) - це древня група хлорофіллоносних організмів. Містить у собі одноклітинні, нитчаті і колоніальні форми. Кольори їх варіюють від синьо-зеленого до фіолетового, зрідка жовтий або червонуватий. Оформлене ядро у клітці відсутнє. Є газові вакуолі, які допомагають їм утримуватися в товщі води. Багато водоростей виділяють слиз, що утворює футляри.

Синьо-зелені водорості широко поширені в прісних водоймах з великою кількістю органічних речовин. Розвиваючись у масі, вони викликають так зване «цвітіння» води і відіграють важливу роль у житті водоймищ, озер і рік. Максимум вегетації звичайно доводиться на літньо-осінній період. При скупченні в кількості 200 мг/л і більше водорості починають забруднювати середовище. Деякі з них мають токсичні властивості, впливаючи на інших гідробіонтів через воду, їжу, викликаючи недолік кисню у воді.

Відділ евгленові водорості (Евгленофіта) - рухливі одноклітинні, рідше колоніальні форми. Клітки однадерні, з зеленими хромотофорами, червоним вічком, зі складною системою вакуолюю, голі, іноді є будиночок жовтого або коричневого кольору. Деякі види пофарбовані в червоні кольори, але значна частина евгленових - безбарвна. Поширені в прісноводних водоймах у придонних або поверхневих шарах. Особливо численні вони в калюжах, канавах, болотах невеликих річках з повільною течією. «Цвітіння», викликуване масовим розвитком евгленових, указує на забруднення води. Колір поверхневої плівки при «цвітінні» звичайно зелений, але може бути червоний, бурий (форми з будиночками).

Евгленові можуть жити у водоймах, що заросли вищими водяними рослинами, тому що не бояться затінення.

Відділ зелені водорості (Хлорофіта) - водорості одноклітинні, пальмеллоїдні, колоніальні, неклітинні або багатоклітинні (нитчаті та пластинчасті), дуже різноманітної форми. Всі вони зелені кольорів. Широко поширені в прісних водах, зустрічаються в різних екологічних умовах. Одноклітинні і колоніальні зелені водорості викликають «цвітіння» води. Звичайні дуже дрібні форми. Навесні в масовій кількості може розвиватися велика куляста, видима неозброєним оком водорість вольвокс, влітку і восени - хламідомонада, влітку - пандорина та евдорина, хлорелла, педиаструм, сценедесмус та інші.

«Цвітіння» зелені водоростей ніколи не буває таким потужним, як у синьо-зелених. Зелені водорості тіньотривкі, можуть розвиватися в заростях вищих водяних рослин.

Відділ жовто-зелені або різноджгутнікові водорості. Водорості монадні, коккоїдні, нитчаті, сифонові. Хроматофор містить хлорофіл, каротин, ксантофіл. Найпоширеніша трібонема, що у масі розвивається в планктоні у вигляді одиночних ниток ранньою весною, у м'які зими, іноді під льодом. Оболонка кліток складається із двох однакових половинок, край однієї з них заходить на іншу.

Відділ золотаві водорості (Хризофіта). Водорості монадної, ризоподіальної, пальмелоїдної, коккоїдної, нитчатої форми. Фарбування - золотаво-буре, завдяки наявності разом з хлорофілом каротиноїдів і фукоксантина. Ці водорості поширені переважно в прісних водах, де вільно рухливі форми входять до складу планктонів. В озерах і ставках часто зустрічаються вільно плаваюча колонія синура, а також динобрион - колонія з бокалобачними будиночками із целюлози, у яких містяться клітки із двома джгутиками. Обидві ці форми розмножуються в холодну пору року, навесні або восени, можуть у цей час викликати «цвітіння» води. У лиманах і в солоноватоводних ставках водорості роду Примнезиум можуть викликати «цвітіння» води, що тягне за собою масову загибель риб.

Відділ пірофітові водорості (Пірофіта). Широко поширені, зустрічаються в прісних і солоних водах, у чистих і забруднених водоймах. Більшість з них має монадну будову з оболонкою у вигляді панцира, складеного з щитків. Деякі види без панцира, голі клітки. Колір пірофітових найчастіше бурий. «Цвітіння» води викликають пологи перидиніум і церациум, які розвиваються в масі в стоячих водоймах з чистою, прозорою і багатою киснем водою. У забруднених водоймах зустрічається криптомонас, клітки якого не мають панцира.

Відділ діатомові водорості (Бацилляриофіта, Діатомеї). Одноклітинні і колоніальні водорості. Клітки укладені в кремнезахищений

панцир, що складається з двох стулок, які заходять одна на іншу, як кришка на коробку. Фарбування - жовтувате або буре. Живуть вони в планктоні і бентосі морських і прісних водойм. Більшість діатомових нормально розвиваються у верхніх шарах води при температурі 10—20°C. Слабко розвиваються або відсутні у водоймах, що заросли вищими рослинами, і в сильно забруднених водоймах.

6.2 Методика обробки проб фітопланктону

Два методи аналізу планктонних водоростей: осадовий і фільтраційний. Частіше використовується осадовий метод.

Доставлена в лабораторію проба, ємністю 0,5 л відстоюється в затемненому місці не менш 10 діб. За цей час синьо-зелені водорості сконцентруються в поверхневому шарі, а інші види осядуть на дно. Після відстоювання середній шар води віддаляється за допомогою сифона. Осад концентрується до обсягу 20-100 мл.

Згущена проба виливається в мірну склянку, перемішується і піпеткою відбирається крапля, що міститься на предметне скло, голкою додається гліцерин, щоб проба не підсихала. Крапля накривається покривним склом. Препарат проглядається під мікроскопом для визначення видового складу по довідниках-визначниках і підраховуються водорості по видах.

Для розрахунку біомаси з довідкової літератури визначається обсяг кліток водоростей. Можна також обчислити обсяг, дорівнюючи клітки до найбільш близьким за формою геометричних фігур. Вважаючи питому вагу водоростей рівну одиниці, визначають масу кожного виду. Сума мас окремих видів буде загальною масою фітопланктону.

Кількість фітопланктону в 1 л води (K) визначається по формулі:

$$K=(\Pi*10*B_1*1000)/B, \quad (6.1)$$

де Π — число водоростей в обсязі 0,1 мл води; B_1 — обсяг проби після згущення; B — первісний обсяг проби, мл.

6.3 Основні представники та особливості групи зоопланктону

Зоопланктон - це тваринні організми, що живуть у товщі води. Розрізняють прісноводний, солоноватоводний і морський планктони. Залежно від розмірів планктонні організми ділять на п'ять основних груп:

- мегалопланктон - організми довжиною більше 1 м;
- макропланктон - організми довжиною від 1 до 100 см;
- мезопланктон - включає організми від 1 до 10 мм;
- мікропланктон - організми довжиною від 50 мкм до 1 мм;

нонапланктон - організми довжиною менш 50 мкм;

Довжина прісноводних зоопланктонних організмів перебуває в межах 40 мкм - 10 мм і більше. Тіло зоопланктонних організмів містить воду в кількості 80- 85%. Крім води, у тілі є різного роду включення: газові, жирові та інші, а тіло укладене в слизувату оболонку. До складу зоопланктону прісних водойм входить 4 основні групи організмів: найпростіші (Protozoa), коловертки (Rotatoria), веслоногі (Copepoda) і ветвистоуси ракоподібні (Cladocera).

Найпростіші живуть у товщі води в водоймах у великих кількостях. Це дрібні до 200 мкм одноклітинні організми найрізноманітнішої форми. Розмноження йде простим розподілом і залежить від температури води і достатку їжі. При несприятливих умовах утворюються цисти. Найпростіші є складовою частиною корму багатьох нижчих ракоподібних, личинок риб.

Коловертки - дрібні безхребетні довжиною 40 мкм - 2 мм, що ведуть планктонний спосіб життя. Погіршення зовнішніх умов (температура, зміст розчиненого кисню, хімічний і харчовий режими у водоймі і т.д.) сприяє появі самців, половому розмноженню і продукуванню спочиваючих яєць, які довгостроково можуть переносити несприятливі умови. Ріст коловерток триває протягом 3—5 днів. Статевозрілими вони стають на 2—3 добу, при несприятливих умовах на 7 добу. Живуть близько 2—3 тижнів. Коловертки в основному, фільтратори. Харчуються дрібними водоростями, бактеріями, часточками органічної речовини. У літній період у ставках різних зон України коловертки досягають 50—90% біомаси всього зоопланктону, що становить 12-23 г/м³. Коловертки безпосередні споживачі первинної продукції фітопланктону, у свою чергу служать їжею багатьом безхребетним, кормом для молоді риб, сприяє очищенню забруднених водойм, будучи в той же час показником сапробності води.

Ветвистоуси ракоподібні - дрібні планктонні тварини, розмір тіла яких становить 0,25 - 10 мм. Тіло їх розділене на голову, тулуб і постабдомен і укладено в раковину, що відкривається із черевної сторони. Пересуваються рачки за допомогою двогіллястих плавальних антен і 4-7 пар плавальних ніжок. Харчуються ветвистоуси рачки дрібним фітопланктоном, здебільшого протококковими водоростями, детритом і бактеріями. Деякі види - хижакі. Іноді хижі ветвистоуси виїдають до 40% всіх планктонних тварин. Наявність в 1 мл води 1-2 млн. бактерій створює сприятливі умови харчування ветвистоусих рачків і забезпечує їхнє розмноження, що дозволяє збільшити їх чисельність за 5 днів в 5-10 разів. Швидкість дозрівання і тривалість життя не однакові в різних видів. У Дафнії тривалість життя досягає 5-6 місяців, а Моїні ректирострис - до 1 місяця. Яйця розвиваються 3-4 дня, через 8-14 днів після виходу з яйця самки стають статевозрілими. При половому розмноженні утворюються ефіппіуми або спочиваючі яйця. Ефіппіуми містять 1-2 яйця і при линьки

самки скидають у воду. При сприятливих умовах з них виходять партеногенетичні самки. Полове розмноження завжди відбувається наприкінці осіннього періоду і при несприятливих умовах, запліднені яйця зимують. Кладоцери є важливим харчовим ресурсом для молоді і багатьох дорослих риб. У той же час ветвистоусі ракоподібні є індикаторами забруднення води, у дуже брудних водах їх немає.

Веслоногі ракоподібні - тіло подовжене, підрозділене на головогрудь і черевце, що кінчається вилкою із хвостовими щетинками. Довжина тіла від 1 до 5 мм. На передньому кінці головогруді є 2 пари антен, що служать для пересування рачків у воді, 4 пари ротових кінцівок і 5 пар плавальних ніжок. Всі вільно живучі веслоногі ракоподібні роздільнополі. Звичайно самки крупніше самців. Розмножуються статевим шляхом з метаморфозом - 5-6 копеподітних стадій. Розвиток яєць триває 2-3 дня при оптимальній температурі, метаморфоз - 3-4 тижня. По способі захоплення їжі серед копепод розрізняють активних фільтраторів і хижаків. Один рачок за добу пропускає через свій фільтраційний апарат до 40 см³ води. До хижої групи відносяться майже всі циклопи. Вони активно споживають найпростіших, коловороток, личинок хірономід, олігохет, ікру риб, яких захоплюють за допомогою біляротових кінцівок і всмоктують у стравохід. Серед циклопів є і рослиноїдні види, які харчуються водоростями. Поширенню прісноводних циклопів сприяє перенесення несприятливих умов у вигляді цист.

Харчуючись, зоопланктон бере участь у процесі самоочищення водойми. Зоопланктери споживають бактерії, що знижує чисельність останніх і стимулює їх розмноження та процеси бактеріального очищення. Зоопланктон впливає на чисельність фітопланктону, головним чином на зелені водорості, що, у свою чергу, впливає і на кисневий режим. При дуже великих кількостях зоопланктону у водоймах можливе зниження кисню до мінімальних величин. Відмираючи, зоопланктонні організми стають їжею бактерій і сприяють нагромадженню детриту. Зоопланктон - прекрасний корм для личинок і молоді риб.

6.4 Підрахунок чисельності та визначення біомаси зоопланктону

Розрахунок чисельності ($Ч$), в тис.екз/м³, та біомаси зоопланктону ($Б$), г/м³, проводиться по формулі:

$$Ч=(V_1*1000*П)/(V_2*V_3) \quad \text{та} \quad Б=(V_1*1000*P)/(V_2*V_3), \quad (6.2)$$

де V_1 — обсяг проби, розведеної або згущеної, мл; V_2 — обсяг переглянутої проби, мл; V_3 — обсяг профільтрованої води, л; $П$ — число

організмів кожного виду або всіх груп, підрахованих у пробі, екз;
 P - індивідуальна середня маса організмів, г або мг.

6.5 Основні представники та особливості групи зообентосу

Зообентос - це населення дна водойми, що живе на поверхні ґрунту та у його товщі, відповідно до чого підрозділяється на епібентос і ендобентос. По розмірній ознаці виділяють організми макро-, мезо- і мікробентосу. До мезобентосу відносять форми розміром 0,1 -2 мм, до макробентосу - більші, до мікробентосу - меншої величини. Їжа мешканців дна складається, головним чином, із залишків, що розкладаються, рослинного і тваринного походження, міцелію грибів, бактерій. Є серед них хижакі: личинки жуків, бабок, клопи та інші. Сезонна динаміка розвитку зообентосу в прісноводних водоймах обумовлена розвитком 2-3 домінуючих організмів, їхніми життєвими циклами розвитку і пресом риби.

Загін двокрилих, (Diptera) сімейство Хірономід. Хірономіди розвиваються з повним метаморфозом, послідовно проходячи стадію яйця, личинки, лялечки і крилатого імаго. Сама довга стадія - личиночна, розміри личинок від 2 до 30 мм. Рот розташований на нижній стороні голови. Тіло личинок складається з 13 сегментів, дихає трахейними зябрами, рухається за допомогою передніх і задніх ніжок. Роїння хірономід відбувається при досить високій температурі повітря. Незабаром після запліднення самки починають відкладати яйця, які звичайно укладені в кладку овальної форми. У воді кладка набухає. В одній кладці може бути до 800, а іноді до 1500 яєць. Ембріон розвивається від 2,5 до 6 діб. Масовий вихід личинок у воду можливий через 140 годин при температурі 20 °С. Залишаючи кладку, личинки переходять до пелагічного способу життя, що протікає від 3 до 5 днів. При сприятливих умовах через 2-3 дні з моменту виходу личинки із кладок настає перша линька, через 5-6 днів - друга. Третя личиночна стадія настає через 7-8 днів після другої. Протягом четвертої стадії в личинці формуються органи майбутнього комара (10-12 днів), після цього личинка перетворюється в лялечку. При сприятливій температурі (17-18 °С) весь період линьки закінчується через 19-20 днів. Стадія лялечки триває від 3 до 5 днів. Виліт дорослої форми комара з лялечки відбувається в кілька секунд. Весь цикл розвитку протікає від 3 тижнів до декількох місяців і залежить від умов харчування, температурних і хімічних факторів. Личинки в планктонній стадії харчуються зваженими у воді часточками детриту, бактеріями, а осідаючи на дно, дріжджовими грибками, детритом рослинного і тваринного походження. Маса личинки хірономіди - Хірономус тумми у віці 5 днів досягає 1,2 мг, в 10 днів - 3,5 мг, перед окукліванням (15 днів) - 7 мг. Звичайно в першій половині вегетаційного сезону в прісних водоймах

концентруються найвищі біомаси личинок, що досягають 50-100 г/м³. Строки вильоту комарів: квітень-травень, червень-липень, вересень-жовтень. Зимують личинки хирономид у водоймах на 3-4 личиночній стадії. Щільність заселення дна личинками досягає сотень тисяч екземплярів на 1 м².

Загін бабки (Odonata) ставляться до організмів з неповним перетворенням. Стадія личинки триває в різних видів неоднаково від 1 до 3 років з рядом линьок (до 15). Довжина личинок до 5 см. Дорослі бабки живуть кілька тижнів, відкладаючи у воду на рослини, в мул до 500 яєць. Харчуються личинки бабок личинками веснянок, поденщин, комарів, клопів, олігохет і навіть личинками риб. Дорослі бабки - денні хижаки, з великими очами і ловлять здобич (інших комах) на лету. Ротові органи бабок сильно розвинені і пристосовані до хижого образу харчування як у личиночній стадії, так і в стадії дорослої комахи. Личинки бабок можуть бути їжею бентосоядних риб.

Загін ручейники (Trichoptera). Ручейники - організми з повним перетворенням. Стадія личинки триває не менш року. Харчуються личинки рослинною і тваринною їжею. Довжина тіла дорослої личинки може доходити до 35-40 мм. Серед нижньої губи личинки є невеликий язичок з отворами прядильних залоз на його кінці. Нитка із прядильної залози у воді твердіє, нею склеюються один з одним складові частини будиночка (піщини, шматочки рдеста, очерету, раковинки моллюсків), з її тчється внутрішній гладкий чохол будиночка, а в деяких – ловча сіть. Розрізняють вільноживучих личинок і личинок, що будують будиночки. Дорослі ручейники твердою їжею не харчуються, але багато п'ють і швидко гинуть після спарювання. Масовий виліт ручейників звичайно в другій половині літа. Личинки ручейників - їжа промислових риб.

Загін поденщини (Ephemeroptera) – організми з неповним перетворенням. Довжина їх тіла не більше 1 см. Строк існування поденщини від яйця до імаго - 2-3 року, а в повітряному середовищі дорослі форми можуть жити кілька годин або 2-3 тижня. Цілком сформована личинка, після декількох линьок, називається німфою (кількість линьок доходить до 25). Харчуються рослинним детритом, водоростями. Тіло німфи подібно тілу дорослої комахи, від заднього кінця черевця відходять три хвостові нитки, черевце несе 7 пар листових придатків. Листові придатки і хвостові нитки виконують функцію подиху, від грудей відходять зачатки крил і 3 пари ніжок. Комахи, що окрилилися (субимаго), через якийсь час линяють ще раз і тільки тоді перетворюються в дорослу форму, що живе від декількох годин до декількох днів, ніколи не харчується, тому що ротові органи недорозвинені. Спарювання поденщин відбувається в повітрі під час роїння. Скинувши запліднені грудочки яєць на воду, поденщини гинуть.

Загін веснянки (Plecoptera) - організми з неповним перетворенням.

Довжина тіла дорослої личинки може досягати 25-32 мм. Кладка яєць веснянок відбувається звичайно наприкінці травня (до 1 тис. яєць). Через 5 тижнів личинки виходять з яєць. Довжина личинок після виходу не досягає 1 мм. Личиночний період веснянки триває до 3,5 років. За цей час відбуваються 22 линки. Личинка 23 стадія-німфа, хижа комаха, харчується водними комахами і їхніми личинками, рідше ракоподібними, хробаками, детритом. У німфи веснянок черевце складається з 10 сегментів, на кінці 2 хвостові нитки, у підстави яких перебувають пучки трахейних зябер. Веснянки живуть в поточній воді, але зустрічаються і в озерах.

Загін клопів (Hemiptera). Водні клопи – це до організми з неповним перетворенням. Від яйця до дорослої комахи клопи перетерплюють 5 линьок. Довжина личинок різних видів від 2 до 16 мм. Форма тіла водних клопів різноманітна. Голова, груди і черевце чітко розділені. Майже всі водні клопи - хижаки. Подих клопів відбувається за рахунок атмосферного повітря за допомогою повітряних трубочок. Личинки та імаго водних клопів - вороги молоді риб, а також конкуренти в харчуванні гілкоусих ракоподібних. Свою здобич клопи проколюють хоботком і вбивають або ранять, а потім висмоктують вміст.

Загін жуки (Coleoptera). Водні жуки - організми з повним перетворенням. Довжина імагальних форм від 2 до 50 мм. Стадія личинки триває не менш 2 років. По харчуванню серед жуків розрізняють дві групи: зі змішаним харчуванням (рослинністю і тваринами) і тільки тваринами. Личинки жуків хватають здобич сильними щелепами, у яких перебувають отрутні залози; виділювана отрута паралізує здобич. Після цього личинка вводить у тіло жертви травний сік - чорну рідину, що сприяє переварюванню, потім всмоктує переварену масу.

Подих - атмосферним повітрям, для чого над водою виставляється задній кінець тіла. Як личинки, так і дорослі жуки виїдають гілкоусих ракоподібних, лялечок комарів, ікру та мальків риб.

Загін мізиди (Mysidacea). Найбільш характерними ознаками мізід можна вважати креветкоподібне тіло, стебельчаті ока, панцир, що залишає непокритими тільки 1-2 сегмента головогруди. Довжина тіла в середньому від 10 до 20 мм. Мізиди ставляться до планктонобентічних організмів, то опускаються на дно, то піднімаються в товщу води. Самці мізід звичайно дрібніше самок. Число яєць у виводковій сумці по-різному у різних видів і залежить від віку самок. Яйця розвиваються у виводковій сумці, причому складові її пластинки рухаються так, що вода в сумці увесь час змінюється. Харчуються мізиди водоростями, детритом, зоопланктоном, трупами безхребетних. Мізиди є кормом для промислових риб.

Загін бокоплави (Amphipoda). По кількості видів бокоплави займають одне з перших місць серед вищих раків. Тіло бокоплавів звичайно стисло з боків, рідше сплющено зверху вниз і розділено на голову, 7 сегментів грудей і 6 сегментів абдомена. У період розмноження в

самок на груді утворюється виводкова камера, у якій виношуються яйця. Прісноводні бокоплави ведуть придонний або донний спосіб життя. Всеїдні, харчуються водною рослинністю, що відмирає, і трупами водних тварин. Широко поширене сімейство Гаммарид, довжина тіла яких у середньому становить 15-20 мм.

Загін рівноногі (Isopoda). Тіло рівноногих звичайно сплюснене зверху вниз. Покриви часто гладкі, але не рідко з шинами. Будова ротових придатків залежить від способу харчування. Грудні сегменти несуть одногіллясті ходильні ніжки. П'ять пар передніх черевних ніг виконують функцію подиху і служать зябрами. Яйця ізопод розвиваються у виводковій камері на груді самки до личиночної стадії. Харчуються детритом і залишками рослин. У прісноводних водоймах найпоширеніший водяний ослик, довжиною 10-15 мм.

Загін водяні кліщі (Hydrachnellae). Водяні кліщі - звичайні мешканці прісноводних водойм, що заросли водною рослинністю. Це дрібні тварини не більше 1 см, кулясті або стислі в спинно-черевному напрямку, здебільшого яскраво пофарбовані, немють розчленовування ні на відділи, ні на сегменти. На передньому кінці тіла розташовані 4 ока - по парі на кожній стороні. На черевній стороні 6 пар кінцівок: 2 перші пари - ротові, 4 наступні - плавальні ніжки. Водяні кліщі живуть як у стоячих водоймах, так і в текучих водах. Мешканці стоячих вод характеризуються відносно круглим опуклим тілом, довгими ніжками із плавальними волосками, великим числом дрібних яєць. Мешканці текучих вод мають невелике, сплюснене тіло, короткі, позбавлені волосків ніжки з великими пазурками на кінці, число великих яєць невелике. Довжина їхнього тіла не більше 2 мм. Яйця відкладаються самкою на підводні рослини. Вихідні личинки паразитують на водних комах. Водяні кліщі - хижачки, харчуються дрібними рачками та личинками комах, конкуруючи в харчуванні з молоддю риб.

Загін водяні павуки (Argyroneta). Відрізняються цільним черевцем, з'єднаним з головогруддю вузькою стеблинкою. Тіло пірнаючого павука одягається шаром повітря, що втримується його короткими волосками, які знаходяться на черевці і задніх ніжках павука. Черевцем він і дихає. Павук опускається і піднімається до поверхні води до 70 разів за 1 годину. У створеному під водою павутинному дзвоні, прикріпленому до підводної частини рослини і наповненому повітрям, павуки відкладають яйця, виводять павучат. Це типові хижачки. Дорослий павук у добу з'їдає до 40-60 дафній. Може з'їсти до 2 мальків коропа довжиною 11 мм. Вони не зустрічаються в масових кількостях тому неносять значної шкоди.

Клас п'явок (Hirudinea). На обох кінцях тіла є присоски, задня присоска завжди крупніше передньої. Рот розташований на черевній стороні, на передньому кінці тіла. Якщо є хоботок, то це хоботні п'явки; якщо передній відділ глотки з зазубреними щелепами, це щелепні п'явки; якщо

глотка довга і потужна з тригранним просвітом це глоткові п'явки. У глотку відкриваються одноклітинні слинні залози. У медичної п'явки ці залози виділяють особливу білкову речовину - герудин, що має властивість перешкоджати згортанню крові. П'явки - гермафродити з прямим розвитком. За допомогою шкірних залоз формуються кокони, які відкладаються на дно водойми або водорості. П'явки - вільноживучі хижаки або ектопаразити.

Тип молюски (Mollusca). Це двосторонні симетричні тварини, у яких розвинена вторинна порожнина тіла. Їхнє тіло складається з голови, мішковидного тулубу і ноги. Нога являє собою стовщену черевну стінку тулуба. Для молюсків досить характерна тверда мінеральна раковина, що нерідко покриває все тіло тварини. Із внутрішньої сторони до раковини прилягає мантия - шкірна складка, що вільно звисає з спинної сторони на його боки. Простір, утворений між стінками тулуба і мантиєю, називається мантийною порожниною. Тут розташовані органи подиху - зябра, слизуваті залози, органи хімічного почуття, тут же відкриваються анальний отвір, отвори полового апарата і зовнішні отвори бруньок.

Молюски, що живуть у прісних водоймах, в основному, відносяться до класів черевоногих і пластинчатозяберних (двостулкові). Широко поширені в прісноводних водоймах роди Битинія (Bithynia), Вивипарус (Viviparus) Вальват (Valvat).

Клас малощетинкові хробаки (Олігохета - Oligochaeta). Серед малощетинкових хробаків, що живуть у прісних водоймах, особливо виділяються сімейства трубочники і енхитреїди. Тонке нитковидне тіло сімейства трубочників має рожеве фарбування, довжина від 10 до 180 мм. Тіло складається з великої кількості сегментів звичайно 60-100, на кожному з яких розташовані щетинки. Трубочники - типові донні тварини, особливо, численні на мулистих ґрунтах. Подих олігохет шкірний. Вони гермафродити, після спарювання відкладають кокони, що містять по декілька яєць кожний. Всі олігохети мають здатність до регенерації. Серед енхитреїд є водні хробаки, білуватого, рідше жовтуватого або рожевого фарбування. Довжина їх від 1 до 45 мм. Число сегментів від 25 до 80 з щетинками. Розмноження тільки полове.

Підклас зяброні ракоподібні (Branchiopoda). Зяброні ракоподібні є самими примітивними представниками всього класу ракоподібних. Їх голова не зростається з грудними сегментами. Грудні ніжки листоподібні і служать одночасно для пересування, подиху та напрямку їжі до рота. Число грудних сегментів різне, будова полові, нервової та кровоносної систем примітивніше, ніж в інших ракоподібних. Всі вони живуть переважно в прісних водах.

Підклас черепашкові раки (Ostracoda). Тіло остракод складене у двостулкову раковину. Тулуб відрізняється крайнім зменшенням числа сегментів (2-3) аж до повного їх зникнення. На голові розташовані

антеннули, мандибули і 2 пари максилл. Грудні ніжки відіграють істотну роль при повзанні. Розмір остракод коливається від 0,3 до 7,3 мм. З яєць виходить наунліус, що вже володіє раковиною. Харчуються рослинами і тваринами, є навіть хижаки.

Донна фауна прісноводних водойм представлена головним чином личинками хірономід до 80-90%. При зниженні кисню в придонних шарах води і ґрунті, личинки хірономід здобувають темно-червоне фарбування, що свідчить про наявність в їх крові гемоглобіну, його специфічні властивості насичуватися киснем і віддавати його залежно від парціального тиску, що служить застережливим фактором для гідроекологів.

6.6 Методи відбору та обробки зообентосних проб

При відборі проб донної фауни враховується характер ґрунтів, заростей і глибина водойми. Число станцій встановлюється залежно від кількості виділених біотопів і площі водойми. Рекомендується брати не менш 2 виїмок на кожній станції. Для відбору бентосних проб використовують дночерпателі. Взятий дночерпателем ґрунт найкраще поміщати в відро, потім перенести пробу для промивання в мішечок з капронового сита № 18-23. Пробу промивають у водоймі для звільнення від дрібного ґрунту. Далі вибирають гідробіонтів і поміщають їх у літрову банку з 4% розчином формаліну. Обрані організми обсушують на фільтрувальному папері, розбираючи по групах, прораховують і зважують на вагах. Розрізняють «м'який» і «твердий» бентос. У перший входять всі групи організмів, крім молюсків, у другий — молюски. Перелічені та зважені організми підсумують, одержують кількість організмів і їх вага в пробі, далі перераховують на м². Підрахунок чисельності (Ч), екз/м², та біомаси зообентосу (Б), г/м², роблять по формулі:

$$Ч = n / (S * N) \quad \text{та} \quad Б = (P * n) / (S * N), \quad (6.3)$$

де S — площа захоплення дночерпателем, м²; N — кількість дночерпателів; n — число організмів кожного виду; P — вага організмів, г.

Контрольні питання:

1. Назвіть і опишіть методи аналізу проб води для визначення характеристик фітопланктону.
2. Як обробляються проби води для визначення характеристик зоопланктону?
3. Як розраховується біомаса фітопланктону?
4. Як розраховується чисельність і біомаса зоопланктону?
5. Як відбираються й обробляються проби зообентосу?

7 ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

7.1 Гідроекологічні роботи на оз. Мертвий Турунчук

Озеро Мертвий Турунчук – старе русло р. Дністер, довжиною близько 6 км, шириною 90-60 м. Приблизно в центральній частині перебуває ерик Олександрівський, що з'єднує озеро з р. Дністер в 3 км нижче лабораторії в с. Маяки. Ця ділянка Дністра піддана згону і нагону, які залежать від швидкості і напрямку вітру. Це визначає гідроекологічні особливості М. Турунчука: надходження і відтік води з Дністра в озеро може змінювати напрямок за добу кілька разів. Озеро можна розділити на три частини: зону інтенсивного водного обміну - у місці сполучення озера з ериком Олександрівським; помірного - приблизно в 2 км від ерика; і зону з ускладненим обміном - найбільш віддалену від ерика.

Завдання 7.1 У трьох частинах М. Турунчука, з різним режимом водного обміну, проведіть комплекс робіт, описаних у главах 5, 6

Виберіть ділянки: перша - безпосередньо біля устя ерика Олександрівський, друга і третя - на північ від нього.

Звітний матеріал: схема ділянки робіт з позначеними станціями досліджень; характеристика водного обміну в період робіт; фізико-хімічні властивості води; документація по відборі проб води та ґрунту; результати визначень рН, концентрації кисню, БСК5, біомаси фітопланктону, зоопланктону, зообентосу. Аналіз змін цих характеристик по площі озера та оцінку якості води.

7.2 Гідроекологічні роботи на оз. Біле

На оз. Біле виділяються дві ділянки: східна - з інтенсивним водообміном, і західна - у межень водообмін обмежен мілководдям озера та водною рослинністю.

Завдання 7.2 У двох цих частинах проведіть наступні роботи: визначте фізико-хімічні властивості води, глибину, проведіть оцінку вищої водної рослинності, відберіть і обробіть проби на фітопланктон, зообентос. Дайте характеристику якості води та інтенсивності водного обміну.

Звітний матеріал: схема ділянки робіт з позначеними станціями досліджень; характеристика водного обміну в період робіт; фізико-хімічні властивості води; документація по відборі проб води і ґрунту; результати

визначень рН, біомаси фітопланктону, зообентосу; аналіз змін цих характеристик по площі озера та оцінку якості води.

7.3 Гідроекологічні роботи на Дністровському лимані

Роботи проводяться у вершині лиману. У цій частині виділяються дві ділянки: сполучення лиману з рікою русловим баром і русловим бар'єром; затока, утворена прирусловими валами р. Глибокий Турунчук. Ця частина лиману має високу біологічну продуктивність, видову розмаїтість водної рослинності та організмів бентосу. Причому, на барі якісні характеристики води і, відповідно, видова розномаїтість визначається транзитним потоком р. Дністер; у затоці - транзитний потік відсутній, спостерігаються циклонічні течії, обумовлені внутрішнім водообміном у лимані.

Завдання 7.3 Проведіть наступні роботи: визначте фізико-хімічні властивості води, глибину, проведіть оцінку вищої водної рослинності, відберіть і обробіть проби на фітопланктон, зообентос. Дайте характеристику якості води, тенденції морфологічних змін верхової частини лиману, швидкостей течії і внутрішнього водообміну.

Звітний матеріал: схема ділянки робіт з візуальним визначенням розмірів руслових форм; характеристика водного обміну в період робіт; фізико-хімічні властивості води; документація по відбору проб води і ґрунту; результати визначень рН, біомаси фітопланктону, зообентосу; аналіз змін цих характеристик на різних ділянках вершини лиману та оцінка якості води.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Правила по технике безопасности при производстве наблюдений и работ на сети Госкомгидромета. – Л.: Гидрометеиздат, 1983.
2. Кудряшов Г.М. Правила по технике безопасности при производстве гидрометеорологических работ. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 53 с.
3. Шмидт С.В. Техника безопасности при гидрологических работах. – Л.: Гидрометеиздат, 1961.
4. Правила по технике безопасности при производстве работ в лаборатории химии поверхностных вод и атмосферы. – М.: Гидрометеиздат, 1971. – 16 с.
5. Кудрицкий Д.М. Геодезия. – Л.: Гидрометеиздат, 1972.
6. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.2. Ч.2. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 284 с.
7. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.6. Ч.1. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 384 с.
8. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.6. Ч.2. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 263 с.
9. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.7. Ч.1. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 476 с.
10. Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. Л: Гидрометеиздат, 1972. – 448 с.
11. Лучшева А.А. Практическая гидрометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 380 с.
12. Временные методические указания гидрометеорологическим станциям и постам по отбору, подготовке проб воды и грунта на химический и гидробиологический анализ первого дня. – М.: Гидрометеиздат, 1983. – 25 с.
13. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Под редакцией д.х.н. А.Д. Семёнова. Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 543 с.
14. Білявський Г.О, Фурдуй Р.С., Практикум із загальної екології. Навч. посібник. – К.: Либідь, 1997, с. 5-70.
15. А.И. Фёдорова, А.Н. Никольская, Практикум по экологии и охране окружающей среды, М.: Гуманитарный издательский центр «Владос», 2001. – с. 221-249.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ РОБІТ НА НАВЧАЛЬНІЙ
ПРАКТИЦІ З ДИСЦИПЛІН
“ТОПОГРАФІЯ З ОСНОВАМИ КАРТОГРАФІЇ”,
“ГІДРОМЕТРІЯ”

Укладачі: Белов В.В.

Толоконніков Г.Ю.

Гриб О.М.

Шагов В.І.

Підписано до друку 15.05.2004 р. Формат 60x84/16 Папір офсетний.

Ум. друк. арк. 3.7 Тираж 100 прим. Замовлення 227

Видавництво та друкарня "ТЕС" (Свідоцтво ДК № 771)

Одеса, Канатна 81/2.

Тел. 42-90-98

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