

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 77 / 0</i>

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від «23» червня 2021 р. № 04

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для проведення лекційних, практичних та самостійних занять з навчальної дисципліни «ЗАГАЛЬНА ТА ІНЖЕНЕРНА ГІДРОЛОГІЯ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня
«молодший бакалавр»
спеціальності: 101 «Екологія
освітньо-професійна програма «Екологія»,
гірничо-екологічний факультет
кафедра екології

Рекомендовано на засіданні
кафедри екології
28 серпня 2021 р., протокол № 7

Розробник: к.т.н., доцент кафедри екології Єльнікова Т.О.

Житомир
2021

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 77 / 1</i>

Методичні рекомендації для проведення лекційних, практичних та самостійних занять з навчальної дисципліни «Загальна та інженерна гідрологія» для студентів освітнього рівня «Молодший бакалавр» зі спеціальності 101 «Екологія» освітньо-професійна програма «Екологія» (автор Єльнікова Т.О.). 2021. 68 с. Електронне видання (Протокол НМР №04 від 23.06.2021 р.).

Розробник: к.т.н., доцент кафедри екології Єльнікова Т.О.

Рецензенти: завідувач кафедри екології, к.т.н., доцент Коцюба І.Г.
(Державний Університет «Житомирська політехніка»);
к.т.н. доцент кафедри маркшейдерії Шамрай В.І.
(Державний Університет «Житомирська політехніка»)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 77 / 2</i>

ЗМІСТ

Вступ	3
Тема 1. Методи гідрологічних досліджень	4
Тема 2. Класифікація природних вод. Фізичні та хімічні властивості води	7
Тема 3. Кругообіг води	
Тема 4. Внутрішні води. Вплив рельєфу на течію річок	12
Тема 5. Стік та режим річок	18
Тема 6. Витрата води в річці й річний стік	23
Тема 7. Середній багаторічний стік	28
Тема 8. Розчленування гідрографа річкового стоку	33
Тема 9. Розрахунок індексу забрудненості поверхневих вод	40
Теми доповідей	45
Література	55
Додатки	56

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 3

ВСТУП

Метою навчальної дисципліни є отримати знання про розподіл і кругообіг води на земній кулі, окремі частини гідросфери та взаємозв'язок між ними, фактори та закономірності формування поверхневого стоку, режими річок, озер, боліт, головні методи водогосподарських розрахунків, навчитися застосовувати ці методи під час проектування та експлуатації водогосподарських об'єктів і гідротехнічних споруд на них, аналізу та оцінці результатів досліджень і розрахунків.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- вивчення основних і найбільш загальних закономірностей процесів у водних об'єктах;
- виявлення їх взаємозв'язків з процесами, що протікають в атмосфері, літосфері і біосфері;
- використовувати головні методи водогосподарських розрахунків під час проектування та експлуатації водогосподарських об'єктів і гідротехнічних споруд на них;
- проводити аналіз та оцінку результатів досліджень і розрахунків.

Об'єкт вивчення загальної та інженерної гідрології - це океани, моря, річки, озера та водосховища, болота та скупчення вологи у вигляді снігового покриву, льодовики, ґрунтові та підземні води.

Предметом вивчення загальної та інженерної гідрології, зокрема, є поширення води на земній кулі, її фізичний вплив на суходіл, значення води для життя на Землі.

Метою практичних робіт є засвоєння методів, за допомогою яких можна досліджувати основні морфометричні характеристики водних екосистем.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 4

СЛОВНИК ГІДРОЛОГІЧНИХ ТЕРМІНІВ

Басейн річки (озера) – частина земної поверхні і товща ґрунтів, звідки вода стікає в окрему річку, річкову систему чи озеро.

Берег – вузька смуга суші у зоні сполучення водної поверхні водойми чи водотоку із прилеглими схилами земної поверхні, яка перебуває під безперервним і безпосереднім впливом води.

Бистрини – ділянки річки, які відзначаються швидкою і бурхливою неупорядкованою течією.

Брід – мілководна частина річки, яку можна подолати пішки або на сухопутному транспорті.

Вертикаль (гідрологічна) – прямовисна лінія від поверхні до дна водойми з відомими координатами в плані, на якій проведено гідрологічні спостереження. Розрізняють *вертикаль промірну*, на якій вимірюють глибину річки тощо, *швидкісну*, на якій вимірюють швидкість течії.

Водний переріз – переріз потоку в гідрометричному створі, призначеному для визначення витрати води.

Вододіл – лінія, яка розмежовує стік атмосферних опадів по схилах, спрямованих у різні сторони. На рівнинах вододіл являє собою простір, у межах якого напрям стоку може мати змінний характер.

Водозбір – частина території суші, з якої вода поверхневим чи підземним шляхом стікає у який-небудь водний об'єкт.

Гідрологічний пост – місце вибране із дотриманням відомих правил і обладнане для систематичних гідрологічних спостережень за визначеною програмою і методикою.

Гідрометричний створ – закріплений на місцевості поперечних через ріку, в якому вимірюється витрата води. Місце гідрометричного створу повинно відповідати відомим вимогам, забезпечуючи точність, зручність і безпеку спостережень.

Заплава – 1) частина дна долини річки, складена наносами п відкладів, яка періодично заливається у повінь та паводки; 2) частина долини річки, що періодично затоплюється водою при весняному розливі, який залишає алювій (пісок, пилуваті органічні та мінеральні частки тощо).

Живий переріз – частина водного перерізу, в якій швидкість течії більша за межу чутливості приладу для визначення витрат води.

Мертвий простір – частина водного перерізу, в якому швидкість течії менша за межу чутливості приладу для визначення витрати води.

Поперечний переріз потоку – площина, перпендикулярна до напрямку течії потоку та обмежена профілем русла, а зверху – рівнем води.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 5

Поперечний профіль долини – контури перерізу долини в площині, перпендикулярно її поздовжньому напрямку. Основними елементами поперечного профілю долини є **схили, дно або ложе, підшва схилів, бровка тераси.**

Схили – ділянки земної поверхні, які обмежують долину з боків, форма простягання та ухил яких визначають тип долини.

Дно або ложе – найнижча і відносно рівна частина долини, обмежена підшвами схилів.

Підшва схилів – місце (лінія) сполучення схилів з дном долини.

Бровка – місце сполучення схилів долини з поверхнею прилягаючої місцевості.

Тераси – відносно горизонтальні площадки, розташовані уступами на різній висоті над сучасним дном долини.

Постійний початок – знак на місцевості (стовп, позначка на дереві, споруді тощо), від якого завжди проводиться вимірювання віддалей в гідрометричному створі по ширині ріки при промірах вимірюванні витрати води.

Рівень води – висота поверхні води, відрахована щодо певної постійної площини порівняння.

Уріз води – лінія контакту води з берегом водойми.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 6

ПРАКТИЧНА РОБОТА 1

Тема: МЕТОДИ ГІДРОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Теоретичний матеріал

Незалежно від того, чи йде мова про водоспоживачів або водокористувачів, експлуатація водних ресурсів, оцінка можливості та ефективності їх використання неможливі без наукового обґрунтування та відповідних досліджень, тому в раціональному освоєнні водних ресурсів важлива роль належить гідрології. Гідрологи забезпечують водоспоживачів і водокористувачів даними про кількість і якість води, про просторово-часові зміни гідрологічних характеристик. Промисловість і комунальне господарство зацікавлені в оцінці як кількості, так і якості споживаної води, зрошуване землеробство - в даних про режим джерела, з якого здійснюється водозабір.

Будь-яке будівництво на берегах річок (набережних, причалів тощо), а також спорудження мостів, переходів трубопроводів і ліній високовольтних електропередач (ЛЕП) через річки вимагає знання про рівні води, льодові явища, швидкості течії, руслові процеси (розмиву або намиву дна і берегів). Будівництво на берегах морів або в прибережній зоні, наприклад спорудження установок з видобутку нафти на шельфі, неможливо без урахування даних про хвилювання, льодові явища та інших характеристиках морського режиму. Надати такі дані проектувальникам і будівельникам можуть тільки гідрологи.

Річковий водний транспорт потребує відомостей про рівні води, швидкості течії, льодові явища, руслові процеси. Зауважимо, що вивчення режиму багатьох річок почалося саме у зв'язку з їх використанням для судноплавства. Морському транспорту потрібні дані про морські течії і хвилюванні. Океанологи нерідко надають моряків відомості про так званих «рекомендовані курси», що дозволяють перетнути океан найбільш швидко і безпечно.

Гідроенергетика потребує даних про сучасні та очікувані коливання стоку води, рибне господарство - відомості про фізико-хімічні характеристики води (температура, солоність, вміст кисню тощо).

Гідрологічні дослідження необхідні не тільки для задоволення запитів водоспоживачів і водокористувачів. Велика їх роль і у вирішенні такої проблеми, як захист поселень та земель від повеней (причому не тільки на річках, а й у приморських районах). Особливої актуальності набувають дослідження і прогнози повеней на річках, викликаних дощовими паводками або крижаними заторами, а в гирлах річок і в прибережних морських районах - штормовими нагонами і хвилями цунамі. Велика роль гідрологів в розробці коротко-, середньо- і довгострокових прогнозів стану водних об'єктів (річок, озер, морів).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 7

Важлива роль гідрології також у вирішенні проблем охорони природи, при розробці заходів щодо захисту водних об'єктів від виснаження та забруднення. Гідрологи ведуть контроль за станом якості води, розробляють прийоми прогнозу поширення забруднюючих речовин, наприклад «нафтових плям» після аварій танкерів на річках і в морях.

Сучасна гідрологія володіє великим арсеналом взаємодоповнюючих методів пізнання гідрологічних процесів.

Найважливіше місце в гідрології займають **методи польових досліджень**. Історично це був перший спосіб пізнання законів природи, але і в наші дні без використання або врахування результатів польових робіт не відбувається жодне гідрологічне дослідження. *Польові дослідження поділяють на експедиційні та стаціонарні*. Перші з них полягають у проведенні відносно короткочасних (від декількох днів до декількох років) експедицій на водних об'єктах (в океані, на льодовику, річці, озері). Другі полягають у проведенні тривалих (зазвичай багаторічних) спостережень в окремих місцях водних об'єктів - на спеціальних гідрологічних станціях і постах. Зазвичай при гідрологічних дослідженнях поєднують **експедиційний і стаціонарний методи**.

Для спостереження за гідрологічними характеристиками у водних об'єктах застосовують різноманітні вимірювачі рівня води та течій, а також зонди, що фіксують температуру води і значення низки гідрохімічних показників *in situ*, тобто в точці вимірювання. Для вивчення рельєфу дна і вимірювання глибин на річках, в озерах і морях використовують ехолоти та гідролокатори бічного огляду з фіксацією результатів промірів на комп'ютері. В останні роки було вирішено проблему просторової «прив'язки» результатів польових робіт за допомогою «супутникової навігації» - GPS (global positioning system, або системи глобального позиціонування за допомогою супутників).

Останнім часом стали широко застосовуватися так звані **нетрадиційні дистанційні методи спостереження і вимірювання** за допомогою локаторів, аерокосмічна зйомки і спостереження, автономні реєструючі системи (автоматичні гідрологічні пости на річках, буйкові станції в океанах). За допомогою радіолокаторів ведуть спостереження за дощовими хмарами; цей метод в майбутньому дозволить прогнозувати атмосферні опади і викликані ними дощові паводки. Величезні можливості дає використання авіації та космічних апаратів для спостережень за станом водних об'єктів. Так, за допомогою встановлених на літаках радіометрів, що працюють в інфрачервоному діапазоні, можна визначати температуру поверхневого шару океанів, морів і озер.

Знімки з супутників дозволяють вести спостереження за замерзанням і розкриттям річок, розливами і повеннями, крижаними заторами, станом льодовиків, течіями в океані тощо. Космічні знімки допомогли оцінити вплив

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 8

нещодавнього підвищення рівня Каспійського моря на морські береги і річкові дельти. Тільки космічні знімки дозволяють стежити за висиханням і деградацією Аральського моря (наземні спостереження в цьому районі практично припинено).

Космічні знімки дозволяють за кольором поверхні моря визначати концентрацію хлорофілу - головної характеристики, що характеризує стан морської екосистеми. У майбутньому, безсумнівно, все більшого поширення отримають повністю автономні (працюючі без участі людей) автоматичні установки, що здійснюють спостереження за режимом річок, озер, морів, льодовиків і передають інформацію до центрів збору та аналізу даних.

Широко використовуються в гідрології **методи експериментальних досліджень**. Розрізняють експерименти в лабораторії і експерименти в природі. У першому випадку на спеціальних лабораторних установках проводять експерименти в умовах, повністю контрольованих експериментатором. Так, в лабораторіях вивчають різні режими руху води і наносів, розмиви річкового русла, гідрохімічні процеси тощо.

У другому випадку спостереження проводять на невеликих ділянках природних об'єктів, спеціально обраних для детальних досліджень. Людина не в змозі регулювати прояв природних процесів, але завдяки спеціальному вибору ряду зовнішніх умов (наприклад, характеру ґрунту, рослинності, крутизни схилів), застосуванню спеціального обладнання і особливих методів (включаючи ізотопні) і ретельним спостереженням може створити умови для досліджень, неможливі при звичайних польових роботах. Так, в гідрології для вивчення окремих питань проводять спостереження на так званих «експериментальних майданчиках» на схилах, «експериментальних водозборах», «полігонах» в океані тощо.

Встановити зв'язки між різними гідрологічними характеристиками або між ними та іншими визначальними факторами (наприклад, висотою місцевості, опадами, швидкістю вітру) в конкретних природних умовах, а також оцінити ймовірність настання того чи іншого гідрологічного явища допомагають **статистичні методи**, які використовують сучасні прийоми обробки даних спостережень і математичної статистики.

Нарешті, завершальним етапом досліджень у багатьох випадках стають **теоретичні узагальнення та аналіз**. Теоретичні методи в гідрології базуються, з одного боку, на законах фізики, а з іншого - на географічних закономірностях просторово-часових змін гідрологічних характеристик. Серед цих методів останнім часом на перший план виходять методи математичного моделювання, системного аналізу, гідролого-географічних узагальнень, включаючи гідрологічне районування та картографування, геоінформаційні технології.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 77 / 9</i>

Завдання. Ознайомитися з теоретичним матеріалом. Дати письмові відповіді на контрольні запитання.

Контрольні запитання:

1. В чому полягає основний зміст гідрологічних досліджень?
2. У чому різниця між експедиційними та стаціонарними методами?
3. Які методи допомагають встановити зв'язки між різними гідрологічними характеристиками або між ними та іншими визначальними факторами в конкретних природних умовах?
4. Що являють собою нетрадиційні дистанційні методи спостереження і вимірювання? Наведіть приклади.
5. На чому базуються теоретичні методи досліджень?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 10

ПРАКТИЧНА РОБОТА 2

Тема: КЛАСИФІКАЦІЯ ПРИРОДНИХ ВОД. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ

1. Класифікація природних вод за величиною мінералізації

Широке коливання вмісту мінеральних і органічних речовин ускладнює класифікацію природних вод. В основу класифікації природних вод покладені результати гідрохімічного аналізу та величини мінералізації.

Мінералізація природної води – сумарний уміст у воді розчинених солей в одному літрі води. Такий уміст виражають у вигляді суми іонів у міліграмах на 1 л (дм³) води, у грамах на 1 кг, у ‰.

Відомий геохімік В. Вернадський за величиною мінералізації поділив природні води на такі групи:

- прісні води з мінералізацією до 1г/дм³;
- солоні води з мінералізацією від 1 до 50 г/дм³;
- розсоли з мінералізацією до 50 г/дм³ і більше.

За величиною мінералізації найбільшою популярністю користується класифікація О. Алекіна (табл. 3.3).

Таблиця 1

Класифікація природних вод за величиною мінералізації

Ступінь мінералізації	Вміст солей, г/дм ³
Прісні	до 1
Солонуваті	1-25
Солоні (морської солоності)	25-50
Розсоли	понад 50

Стосовно прісноводних об'єктів О. Алекін розробив більш детальний поділ (табл. 3.4).

Таблиця 2

Класифікація прісних вод за величиною мінералізації

Ступінь мінералізації	Уміст солей, г/дм ³
Ультрапрісні	до 100

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 11

Слабкомінералізовані	100-200
Середньомінералізовані	200-500
Підвищеної мінералізації	500-1000
Високої мінералізації	понад 1000

У гідрохімічній класифікації О. Алекін поділяє природні води за домінуючим аніоном на 3 класи: гідрокарбонатні (HCO_3^-) й карбонатні (CO_3^{2-}); сульфатні (SO_4^{2-}) та хлоридні (Cl^-).

Кожен клас поділяється за домінуючим катіоном на три групи: кальцієву, магнієву і натрієву, а кожна група – на чотири типи води.

Жорсткість природної води зумовлюється вмістом у ній кальцію та магнію. Залежно від загальної твердості розрізняють воду: дуже м'яку – до 1,5 мг-екв/л; м'яку – 1,5 – 3,0 мг-екв/л; помірно-тверду – 3-6 мг-екв/л; тверду – 7-9 мг-екв/л; дуже тверду – понад 9 мг-екв/л.

2. Фізичні властивості води

Вода в природі може бути в трьох агрегатних станах (або фазах) – твердому (лід), рідинному (вода), газоподібному (водяна пара).

Зміну агрегатного стану речовин називають фазовими переходами, які супроводжуються виділенням або поглинанням енергії, яку називають теплотою фазового переходу («схованою теплотою»).

При нормальному атмосферному тиску (760 мм рт. ст., $1,013 \cdot 10^5$ Па) точки замерзання дистильованої води і кипіння відповідають за шкалою Цельсія 0° і 100°C . Температура замерзання і кипіння води залежать від її солоності й атмосферного тиску. Морська вода замерзає при $-1,0-2,0^\circ\text{C}$, а кипить при температурі $100,08-100,64^\circ\text{C}$ (при нормальному тиску). При підвищенні тиску лід плавиться вже не при 0°C , а при від'ємних температурах.

Густина води – головна фізична характеристика будь-якої речовини; це маса однорідної речовини, яка знаходиться в одиниці її об'єму:

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ (кг/м}^3\text{)}$$

Густина залежить від температури, солоності й тиску (а для природних вод ще і від умісту розчинних зважених речовин) і стрибкоподібно змінюється під час фазових переходів.

Хімічно чиста вода найбільшу густину має при температурі 4°C . Вона приймається за одиницю). Під час підвищення температури густина

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 12

зменшується. Ця закономірність порушується під час плавлення льоду і нагрівання води в діапазоні від 0 до 4°C. Тут відзначаються дві важливі «аномалії» води:

- 1) *густина льоду* (при температурі 0°C дорівнює 916,7 кг/м³), менша, ніж густина води;
- 2) у діапазоні температури води від 0 до 4°C густина води (ρ) з підвищенням температури не зменшується, а збільшується.

Ці дві аномалії мають велике значення: лід легший за воду і тому «плаває» на її поверхні, водойми не промерзають до дна, бо при охолодженні до 4 вода стає більш густою і опускається на дно, а при подальшому охолодженні верхні шари її стають менш густими і залягають на поверхні.

Густина снігу змінюється від 80-140 кг/м³ свіжовипавшого до 600-700 кг/м³ мокрого в кінці танення. Свіжий сніг має густину 80-140 кг/м³, до початку танення снігу – 140-300 кг/м³, на початку танення 240-350 кг/м³, в кінці танення – 300-450 кг/м³. Щільний мокрий сніг має густину до 600-700 кг/м³, лавинний сніг – 500-650 кг/м³.

Унаслідок густинної аномалії у прісних і солонуватих водних об'єктах узимку температура води в придонних шарах завжди вища, ніж на поверхні. Саме завдяки цьому у водоймах і водотоках на глибині зберігається життя.

При замерзанні і перетворення води на лід унаслідок зменшення густини об'єм води збільшується (на 10% початкового об'єму) із великою силою, чим і пояснюється процес руйнування (морозного вивітрювання) гірських порід.

Густина води залежить від умісту розчинних речовин і збільшується з ростом солоності. Збільшення солоності призводить до зниження температури найбільшої густини. Так, при солоності 5‰ температура найбільшої густини становить 2,9°C, при солоності 35‰ – (-3,С).

Деякий вплив на густину має також і *тиск*. Установлено, що на кожні 1000 м глибини густина води, внаслідок впливу тиску стовпа води, збільшується на 4,5-4,9 кг/м³.

До важливих особливостей змін агрегатного стану води відносять великі затрати тепла на плавлення, випаровування, сублімацію і велике виділення тепла у зворотних переходах. Для води характерні деякі аномальні особливості теплових властивостей. Так, аномально висока її **питома теплоємність** (кількість теплоти необхідної для нагрівання одиниці маси води на 1°, визначається у Дж (/кг·°С)). При температурі 15°C вона дорівнює 4190 Дж / (кг °С). Унаслідок великої теплоємності вода нагрівається й теплоємність чистого льоду майже вдвічі менша теплоємності води, а чистого сухого снігу (із густиною 280 кг/м³) в 7,1 рази менша теплоємності води, але в 450 разів більша за теплоємність повітря. Охолоджується повільніше, ніж повітря (див. табл. 5, лабораторна робота 2).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 13

До важливих особливостей змін агрегатного стану води відносять великі затрати тепла на плавлення, випаровування, сублімацію і велике виділення тепла у зворотних переходах. В порівнянні з іншими речовинами питома теплота плавлення льоду і питома теплота пароутворення аномально великі.

Питома теплота плавлення льоду $L_{пл}$ – кількість теплоти, необхідної для перетворення одиниці маси льоду у воду при температурі плавлення і нормальному атмосферному тиску, дорівнює 330 000 Дж/кг. Стільки ж теплоти виділяється при замерзанні води.

Питома теплота пароутворення (випаровування) води, $L_{вип}$ – кількість теплоти, необхідної для перетворення одиниці маси води у пару (у Дж/кг) і залежить від температури:

$$L_{вип} = 2,5 \cdot 10^6 - 2,4 \cdot 10^3 T.$$

При 0° і 100° С $L_{вип}$ відповідає $2,5 \cdot 10^6$ і $2,26 \cdot 10^6$ Дж/кг. Стільки ж теплоти виділяється при конденсації водяної пари.

Питома вага випаровування льоду складається з питомої теплоти плавлення $L_{пл}$ і питомої теплоти випаровування $L_{вип}$:

$$L_{возг} = L_{пл} + L_{вип}.$$

Дуже висока теплота плавлення (замерзання) і випаровування, а також велика теплоємність води мають великий регулюючий вплив на теплові процеси не тільки у водних об'єктах, а й на всій планеті. При нагріванні земної поверхні значна кількість теплоти витрачається на танення льоду, нагрівання і випаровування води і тому нагрівання земної поверхні уповільнюється. При цьому достатньо згадати, що на нагрівання води теплоти витрачається у 5 разів більше, ніж на нагрівання сухого ґрунту, тепломісткість всього лише триметрового шару океану дорівнює тепломісткості всієї атмосфери. І навпаки, у процесі охолодження земної поверхні при конденсації водяної пари та замерзання води виділяється значна кількість теплоти, яка стримує процес охолодження.

З інших теплових властивостей важливе значення має ***теплопровідність*** – передача енергії від частин із більшою енергією до частин із меншою енергією. Молекулярна теплопровідність чистої води 0,6 Вт/(м·°С), льоду 2,24 Вт/(м·°С), снігу 1,8Вт/(м·°С). Меншу теплопровідність має тільки повітря. У зв'язку з низькою теплопровідністю, водні маси у водних об'єктах нагріваються в основному внаслідок перемішування води, яке виникає при різній густині або під дією вітру. Завдяки малій теплопровідності льодовий покрив, що утворився на поверхні водойм і водотоків, послаблює подальше охолодження води, а наростання його товщини уповільнюється. Мала теплопровідність води сприяє її поступовому нагріванню й охолодженню.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 14

Поверхневий натяг води у порівнянні з іншими рідинами великий, із підвищенням температури дещо зменшується. З усіх рідин більш високий поверхневий натяг має тільки рідка ртуть. Коефіцієнт поверхневого натягу води змінюється від $75,5 \cdot 10^{-3}$ Н/м при 0°C до $57,1 \cdot 10^{-3}$ Н/м при 100°C . Поверхневий натяг сприяє розмиванню ґрунтів, відіграє роль і в процесах хвильоутворення на поверхні води, обміну теплом і речовиною між водою та атмосферою. На величину поверхневого натягу нерідко дуже впливає забруднення води, особливо нафтова плівка.

В'язкість води, або внутрішнє тертя – властивість води чинити опір при переміщенні однієї частини її щодо іншої. В'язкість води невелика і характеризується кінематичним коефіцієнтом в'язкості, який для води при температурі 0°C дорівнює $1,78 \cdot 10^{-6}$ м²/с, а при температурі 50°C - $0,55 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

Капілярність відіграє велику роль у багатьох процесах, які проходять на Землі. Вона обумовлює рух по порах і змочує ґрунти, які лежать значно вище рівня ґрунтових вод, забезпечуючи коріння рослин розчиненими у воді поживними речовинами.

Оптичні властивості води. Світло проникає у воду на невелику глибину. Так, у чистій воді на глибині 1 м інтенсивність світла становить лише 90 % інтенсивності світла на поверхні, на глибині 2 м – 81 %, на глибині 3 м – 73 %, а на глибині 100 м зберігається лише біля 1 % інтенсивності світла на поверхні.

Акустичні властивості води. Вода - добрий провідник звуку. Швидкість поширення звуку у воді становить 1400-1600 м/с, тобто в 4-5 разів більша від швидкості поширення звуку у повітрі. Швидкість звуку у воді збільшується з підвищенням температури (приблизно на 3-3,5 м/с на 1°C), збільшенням солоності (приблизно на 1,0 - 1,3 м/с на 1 ‰) і зростанням тиску (приблизно на 1,5 - 1,8 м/с на 100 м глибини).

Електропровідність води. Хімічно чиста вода – поганий провідник електричного струму. Питома теплопровідність такої води при температурі 18°C дорівнює $3,8 \cdot 10^{-6}$ (Ом·м)⁻⁴. Електропровідність води трохи збільшується з підвищенням температури і значно зростає зі збільшенням солоності.

Завдання. Ознайомитися з теоретичним матеріалом та коротко законспектувати.

Зробити кросворд (тести) із нище та вище наведеними термінами та поняттями.

Терміни та поняття: гідросфера, дегідратація, водні об'єкти, водотоки, водойми, особливі водні об'єкти, водозбір, гідрологічний стан водного об'єкта, гідрологічний режим, гідрологічні процеси, мінералізація, щільність води, прісні води, солонуваті води, солоні води, ропа.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 15

ПРАКТИЧНА РОБОТА 3

Тема: КРУГООБІГ ВОДИ

Теоретичні відомості

Серед численних рис і особливостей гідросфери слід особливо виділити рух. Гідросфера дуже динамічна. Рух є основою кругообігу води – грандіозного процесу обертання води в географічній оболонці, який зв'язує всі природні води, розподіляє їх на планеті, забезпечує прісними водами рослин, тварин і людей. З кругообігом води пов'язаний розвиток ерозійних процесів і розчленування поверхні Землі.

Суть кругообігу така. Вода, випаровуючись із поверхні океану і суші, поповнює атмосферу вологою. Внаслідок підняття повітря угору воно охолоджується, а водяна пара конденсується, утворюються атмосферні опади, які випадають переважно у вигляді дощу і снігу. Дощові і снігові опади частково поглинаються ґрунтами, а вода, яка не встигає просочитися крізь землю, утворює поверхневий стік. Вона стікає зі схилів, збирається у вимивинах, балках і ярах в потоки, за розгалуженою сіткою яких потрапляє до рік. Але це лише частина материкового стоку – поверхневого. Ріки живлять підземні води внаслідок просочування ґрунтових вод через товщу осадових порід. Частина найактивніших підземних вод виходить на поверхню у вигляді джерел або дренується ріками. Ріки найчастіше одержують постійний притік саме завдяки стійкому живленню підземними водами. Води озер і морів, як і Світового океану в цілому, поповнюються також атмосферними опадами і річковими водами. Таким чином відбувається безперервне відновлення вод, що були втрачені внаслідок випаровування з поверхні океану або суходолу.

Рушійними силами кругообігу води виступають сонячна енергія і сила тяжіння. Під впливом тепла відбуваються випаровування і активні висхідні переміщення водяної пари. Затрачена на випаровування енергія звільняється при конденсації вологи в атмосфері. Сила тяжіння є причиною падіння крапель дощу, течії рік, руху ґрунтових і підземних вод.

Залежно від географічних просторів, які охоплює кругообіг води, його особливостей формування, розрізняють малий і великий кругообіги (рис. 1). Малий кругообіг відбувається за схемою: випаровування води з поверхні океану – перенесення водяної пари над океаном та її конденсація – опади на поверхню океану. Великий кругообіг також бере свій початок від випаровування води з поверхні Світового океану, але далі водяна пара і хмари переміщуються вітрами над акваторією у повітряний басейн суходолу, де і відбувається конденсація вологи і випадання атмосферних опадів. Цей процес є основним джерелом відновлення прісних водних ресурсів на Землі – найбільш цінних для життя людини. З часом перенесена з океану на сушу вода повертається поступово назад

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 16

з материковим стоком, при цьому значні її обсяги витрачаються на випаровування і транспірацію рослин. Так завершується великий кругообіг води.

Кругообіги води в атмосфері розпочинаються не лише над океанами, а й над сушею. Якщо випаровування води відбувається з поверхні суходолу, а з утворених нею хмар опади падають назад на сушу, тоді такі переміщення вологи утворюють малий внутрішньоматериковий кругообіг.

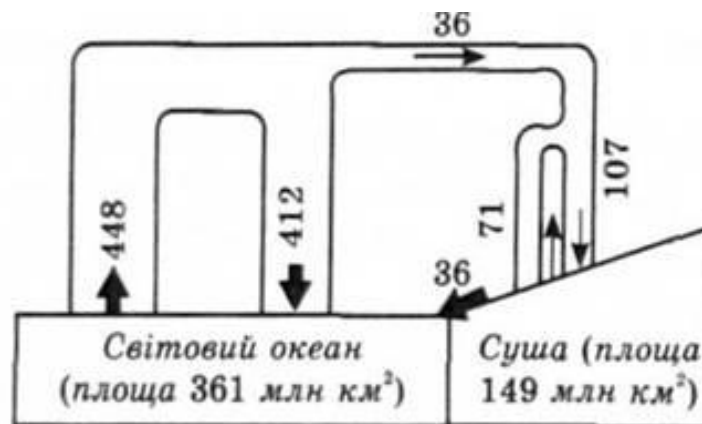
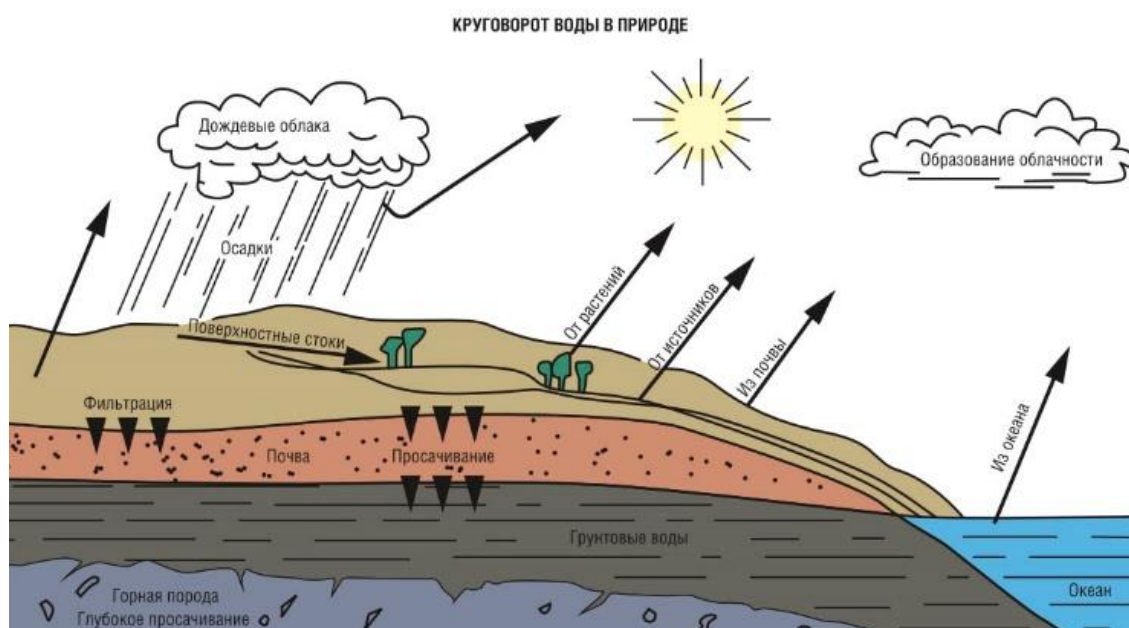


Рис. 3.1. Малий і великий кругообіги води

Протягом року внутрішньоматериковий кругообіг води може повторюватися багато разів, завдяки чому опади в окремих регіонах суходолу формуються переважно за рахунок континентальних вод. Деяка частина атмосферної вологи, що має материкове походження, переноситься повітряними течіями із суші на океан, тобто у зворотному до великого кругообігу напрямі.



З річного водного балансу (табл. 1) видно, що малий кругообіг охоплює майже в чотири рази більшу кількість води, ніж великий. Кількість

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 17

випаровування й опадів однакова тільки для планети в цілому — близько 900-1000 мм.

У середньому за рік на суші опади становлять 700-750 мм, випаровування – 460-500 мм, над океанами випадає більш 1000 мм, але вимірювання опадів тут дуже нерегулярні.

Потужна теплова машина, що приводиться в дію енергією Сонця, щороку піднімає з поверхні планети в атмосферу понад 500 тис. км³ води, долаючи силу земного тяжіння. За наближеними підрахунками взимку в атмосфері знаходиться в середньому 13 080 км³ води, а влітку – близько 14 540 км³. Це в сім разів більше, ніж міститься води в усіх ріках світу.

Таблиця 1

Річний водний баланс Землі (за М.І. Львович, 1986 р.)

Елементи водного балансу	Об'єм, км ³	Шар, мм
<i>Периферійна частина суші:</i>		
опади	106 000	910
річний стік	44 230	380
випаровування	61 770	530
<i>Замкнена ("безстічна") частина суші:</i>		
опади	7 500	238
випаровування	7500	238
<i>Світовий океан:</i>		
опади	411 600	1140
притік річних вод	44 230	120
випаровування	455 830	1260
<i>Земна куля:</i>		
опади	525 100	1030
випаровування	525 100	1030

А тепер порівняємо дві цифри: кількість опадів за рік (525 тис. км³) і загальну кількість води в атмосфері (13 тис. км³). Отже, кількість опадів за рік майже в 40 разів перевищує кількість води в атмосфері. А це означає, що 40 разів на рік, або в середньому кожні 9 діб, вода в атмосфері повністю оновлюється, тобто кругообіг води в атмосфері є дуже динамічним. Так само визначають активність водообміну і в інших частинах гідросфери. На основі проведених розрахунків можна зробити такі висновки. Досить висока поновлюваність вод

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 18

властива не тільки для атмосфери, а й для рік — вони змінюються в середньому через 19 днів.

Особливо швидко водообмін відбувається в тілах живих організмів — лише за кілька годин. Разом з тим зміна вод у поверхневих шарах суходолу потребує десятків і навіть сотень років. Для повного водообміну в океанах необхідно близько 3000 років. Ще повільнішим є обмін підземних вод, що знаходяться на великих глибинах літосфери. Дуже мала активність властива і полярним льодовикам, де водообмін здійснюється в середньому раз за 10 000 років. Чим менш активний водообмін, тим вища мінералізація вод (за винятком льодовиків, які віками зберігають прісні води в "законсервованому" морозами твердому стані). Найяскравіше це проявляється в глибинних підземних водах, які здебільшого мають високу солоність і часто є навіть розсолами.

Кругообіг води на земній кулі – надзвичайно важлива особливість гідросфери і природних умов у цілому. Він створює в глобальному, регіональному і місцевому масштабі основний механізм перерозподілу на Землі речовини та енергії, об'єднує в єдине ціле всі водні об'єкти. Кругообіг охоплює не тільки окремі ланки води, а і, взаємодіючи з літосферою, атмосферою і біосферою, тісно пов'язує їх між собою у складі географічної оболонки в єдине ціле. З усієї сукупності вод гідросфери, що беруть участь в малому і великому кругообігах, найрухливішою є водяна пара в атмосфері. Утворені з неї опади очищають повітря від пилу і є досить чистими за хімічним складом. Характерно, що саме ними найчастіше «вмивається» вся природа Землі, вони відіграють вирішальну екологічну роль у дотриманні санітарного стану і чистоти на поверхні планети. Кругообіг води робить можливим життя на суші, відновлює на ній запаси прісних вод і забезпечує живлення більшості рік. У цьому кругообігу атмосфера виконує основну роль. Вона поглинає водяну пару, переносить її в повітряних потоках і знову перетворює у воду, поливаючи земну поверхню дощами чи покриваючи снігом.

Завдання. Дати письмово відповіді на контрольні запитання:

1. Який процес називається кругообігом води в природі?
2. Назвати основні рушійні сили кругообігу води. Яка їх роль?
3. Які елементи включає в себе рівняння водного балансу?
4. Чим характеризується малий та великий вологообіги?
5. Охарактеризуйте материкову та океанічну ланки вологообігу.
6. Назвати найбільші безстічні області земної кулі.
7. Які речовини крім води приймають участь у кругообізі?
8. Які частинки називаються наносами?
9. Яке значення кругообігу води на земній кулі?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 19

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4

Тема: ВНУТРІШНІ ВОДИ. ВПЛИВ РЕЛЬЄФУ НА ТЕЧІЮ РІЧОК

Теоретичні відомості

Під час будівництва водосховищ, електростанцій, зрошувальних і судноплавних каналів важливо знати величину падіння й середній похил річок, що залежать від рельєфу території, по якій протікає річка.

Падінням річки називають перевищення рівня її витoku над гирлом, виражене в метрах. *Падіння ж на окремій ділянці річки* – це різниця висоти між двома точками, взятими на певній відстані одна від одної.

Падіння річки визначають за формулою:

$$P = h_1 - h_2,$$

де P – падіння річки; h_1 – висота витoku; h_2 – висота гирла.

Наприклад, висота витoku Південного Бугу становить 321 м над рівнем моря, а гирло знаходиться на висоті 0 м від рівня Чорного моря; падіння Південного Бугу дорівнює: $321 \text{ м} - 0 \text{ м} = 321 \text{ м}$;

Падіння на окремій ділянці Південного Бугу від його витoku до м. Первомайська, де уріз води в річці над рівнем моря становить 32 м, дорівнює: $321 \text{ м} - 32 \text{ м} = 289 \text{ м}$.

Похилом річки називають відношення її падіння (в сантиметрах) до довжини річки (в кілометрах). Похил річки обчислюється за формулою: $Pr = P / L$, де Pr – похил річки, P – падіння річки, L – довжина річки. Так, довжина річки Південний Буг 806 км.

Таким чином, середній похил річки – $32100 \text{ см} : 806 \text{ км} = 39,8 \text{ см на } 1 \text{ км довжини річки}$. При такому незначному похилі швидкість течії невелика. Це рівнинна річка. Величина похилу залежить від рельєфу, а від величини нахилу залежить швидкість течії річки.

*Похили рівнинних річок незначні: до 10 м/км у верхів'ях та 1 м/км і менше у пониззях; швидкість течії становить 0,2 – 0,5 м/с.

**Похили гірських річок більші й становлять 60-80 м/км у верхів'ях та 5-10 м/км – у пониззях, а швидкість течії дорівнює від 1 до 4,5 м/с і більше. В Україні максимальні величини падіння характерні для річок Українських Карпат і Кримських гір, найменші – для рівнинних річок (зокрема, Чернігівського Полісся, північної частини Волинського Полісся).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 20

Задача 1. Визначте падіння і похил річки, довжина якої 6000 км, висота витоку – 250 м, а гирла – (– 26 м).

Розв’язання:

Дано: L = 6000 км h ₁ = 250 м h ₂ = – 26 м	$\Pi = h_1 - h_2 = 250 - (-26 \text{ м}) = 276 \text{ м};$ $\text{Пр} = 27600 \text{ см} : 6000 \text{ км} = 4,6 \text{ см/км.}$
Падіння - ?(Π) Похил - ?(Пр)	

Відповідь: падіння річки дорівнює 276 метрів, а похил річки – 4,6 см на кілометр довжини.

Задача 2. Визначте похил річки, довжина якої 502 км, висота витоку – 256 м, а висота гирла – 100 м.

Розв’язання:

Дано: L = 502 км h ₁ = 256 м h ₂ = 100 м	$\Pi_{(\text{похил})} = \frac{h_1 - h_2}{L} = \frac{256_{\text{м}} - 100_{\text{м}}}{502_{\text{км}}} = \frac{15600_{\text{см}}}{502_{\text{км}}} \approx 31 \text{ см/км.}$
Похил річки - ?	

Відповідь: похил річки дорівнює 31 см/км.

Задача 3. Похил Дніпра 11 см/км, довжина – 2201 км. Визначте, на якій висоті над рівнем моря Дніпро бере початок.

Розв’язання:

Дано: Похил = 11 см/км L = 2201 км	$h_1 - \text{висота витоку р. Дніпра};$ $h_2 - \text{висота гирла р. Дніпра};$ $h_2 = 0 \text{ м};$
h ₁ (витік річки) - ?	$\Pi = \frac{h_1 - h_2}{L}, \text{ звідси } h_1 = \Pi \cdot L - h_2 = 11 \text{ см/км} \cdot 2201 \text{ км} = 24211 \text{ см} = 242,11 \text{ м.}$

Відповідь: витік Дніпра знаходиться на висоті 242,11 м.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 21

Тестові завдання

1. Визначте похил річки Тетерів довжиною 385 км, якщо її витік знаходиться на висоті 314 м, а гирло – на висоті 150 м над рівнем моря.

- А 20 м/км
- Б 30 см/км
- В 40 см/км
- Г 50 см/км

2. Визначте похил річки Південний Буг довжиною 806 км, якщо її витік знаходиться на висоті 321 м, а гирло – на висоті 0 м над рівнем моря.

- А. 40 см/км
- Б. 72 см/км
- В. 21 см/км
- Г. 54 см/км

3. Визначте похил річки Дніпра довжиною 2201 км, якщо її витік знаходиться на висоті 242 м, гирло – на висоті 0 м над рівнем моря.

- А. 11 см/км
- Б. 81 см/км
- В. 42 см/км
- Г. 34 см/км

4. Похил річки Дністер 73 см/км, довжина – 1362 км. Визначте, на якій висоті над рівнем моря Дністер бере початок.

- А. 600,00 м
- Б. 843,17 м
- В. 874,20 м
- Г. 994,26 м

5. Похил річки Сіверський Донець 18 см/км, довжина – 1053 км. Визначте, на якій висоті над рівнем моря Сіверський Донець бере початок.

- А. 190 м
- Б. 180 м
- В. 170 м
- Г. 160 м

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 22

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5

Тема: СТІК ТА РЕЖИМ РІЧОК

Теоретичні відомості

1. Відмінності розподілу річкового стоку по території України

Водний стік – це частина атмосферних опадів, яка стікає по земній поверхні або під землею та потрапляє у водотоки чи водойми. Водний стік поділяють на поверхневий і підземний. Головною складовою частиною водного стоку є річковий стік. Він є ланкою кругообігу води в географічній оболонці.

Зверніть увагу, що чим більше випадає опадів, менше випаровування та більш розчленований рельєф, тим більшим є показник річкового стоку.

Найбільший водний стік спостерігається в горах. До річок Карпат потрапляє 70-90% річної кількості атмосферних опадів, а якщо розподілити об'єм водного стоку рівномірно, він би вкрив цю територію шаром 200-1000 мм. У Кримських горах шар стоку становить до 30% річної кількості опадів.



Рис. 5.1. Гідрологічний пост (а) і сучасний прилад – електронний водомірний пост (б) для визначення показників водного стоку

Завдання. Знаючи відмінності клімату Карпат і Кримських гір, поясніть причину різниці водного стоку їх річок.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 23

У межах Східноєвропейської рівнини з півночі на південь кількість атмосферних опадів, що потрапляє до річок, зменшується від 30 майже до 0%, а шар стоку – від 100 до 1 мм. Це пояснюється не тільки зменшенням кількості опадів із півночі на південь України, але й збільшенням випаровування та зменшенням розчленованості рельєфу в цьому напрямку. У середньому до річок України потрапляє 14% від середньорічної кількості атмосферних опадів (решта випаровується).

2. Густота річкової мережі. Витрати води й об'єм стоку

Густота річкової мережі залежить від показників водного стоку, а стік – від клімату й рельєфу. Вона виражається відношенням суми довжини (у км) усіх поверхневих водотоків даного басейну або певної території до площі (у км²) цього ж басейну чи території.

Найбільш густа річкова мережа в Карпатах (у 4-10 разів гущіша, ніж на рівнинах). У Кримських горах річкова мережа є негустою, а річки маловодними.

Чому в Кримських горах дуже мало річок і всі вони маловодні?

На півдні Причорноморської низовини (між пониззям Дніпра та затокою Сиваш) зовсім немає річок.

Для території України густота річкової мережі в середньому становить 0,31 км/км².

Зробіть висновок: як саме густота річкової мережі залежить від клімату й рельєфу?



Рис. 5.2. Найбільш густа річкова мережа в Карпатах. На річках і струмках є пороги і водоспади

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 24

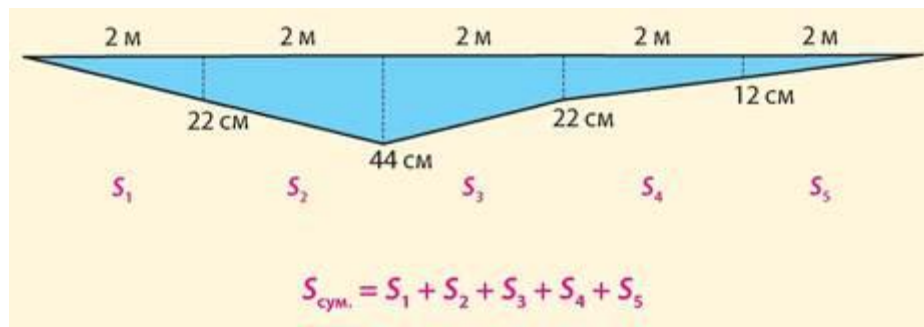


Рис. 5.3. Поперечний переріз річища та визначення його площі

Витрата води – це об’єм, що проходить через поперечний переріз водотоку за одиницю часу. Витрати води обчислюють у літрах за секунду (л/с) або в кубічних метрах за секунду (м³/с). Витрата води в річці (W , м³/с) дорівнює площі поперечного перерізу річища (S , м²), помноженій на швидкість течії (V , м/с):

$$W = S \cdot V.$$

Наприклад, визначимо витрату води у водотоці шириною 10 м (рис. 5.3). Для цього через кожні 2 м виміряємо водомірною рейкою її глибину. Сумарна площа поперечного перерізу водотоку ($S_{\text{сум}}$) дорівнює сумі перерізів усіх п’яти утворених площ. Швидкість течії вимірюється гідрологами за допомогою спеціального приладу – гідрологічної вертушки. Проте її орієнтовно можна визначити за допомогою диска-поплавка (виготовленого із дерева, діаметром близько 10 см і зафарбованого масляною фарбою в білий колір). Швидкість визначається декілька разів на прямій ділянці течії річки між двома «воротами» (наприклад через 10 або 20 м) за допомогою секундоміра.

Завдання.

- 1) Визначте сумарну площу перерізу річища водотоку за рис 5.3.
- 2) Визначте витрати води в річці на час вимірювання, якщо середня швидкість течії становить 0,45 м/с.

Витрата води в річках неоднакова впродовж року. На великих і середніх річках установлюють гідрологічні (водомірні) пости (рис. 5.1), на яких визначають витрату води. Так, середньорічна витрата води в гирлі Дніпра (рис. 3.4) становить майже 1700 м³/с.

Об’єм стоку річки (як правило, за рік) вимірюється в км³ або м³.

Сумарний об’єм стоку річок, який формується в межах України, – 52,4 км³. Тільки по Кілійському гирлу Дунаю надходить 123 км³ води на рік! Частка місцевого стоку, що формується в межах України, складає лише 25% від сумарного.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 25

До семи великих річок України за водністю крім Дунаю належать Дніпро (об'єм стоку – 53,5 км³), у тому числі його притоки – Прип'ять (13,2 км³) та Десна (11,4 км³); Дністер (8,6 км³); Сіверський Донець (5 км³); Південний Буг (3,4 км³).



Рис. 3.4. Дельта Дніпра і Дніпровсько-Бузький лиман



Рис. 5.5. Типи річок за режимом живлення. Джерела живлення:
 S_c – снігове; D – дощове; P – підземне; $D_{сп}$, $D_{пс}$ – мішане з переважанням дощового; $S_{нд}$, $S_{дп}$ – мішане з переважанням снігового; S – майже виключно снігове

3. Відмінності річок різних частин України за джерелами водного живлення

Залежно від клімату (меншою мірою – від рельєфу та складу гірських порід) річки відрізняються за джерелами живлення. На більшості території України водне живлення річок мішане.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 26

За рис. 5.5 поясніть, чому при мішаному живленні в одних районах переважає дощове, а в інших – снігове.

Унаслідок зміни клімату за останні півстоліття структура водного живлення змінилася.

Поясніть, чому сталися зміни в живленні річок, виходячи зі зміни випадіння атмосферних опадів взимку.

Зрозуміло, що значна частка снігового живлення зумовлена не великою кількістю снігу, а тим, що під час його танення температура повітря є низькою, випаровуваність – малою, а ґрунт – мерзлим. Саме тому талі снігові води майже повністю стікають до річок.

Так, частка снігового живлення в межах рівнинної частини України збільшується з північного заходу на південний схід і південь у міру зростання континентальності клімату. У цьому ж напрямку зменшується частка дощового живлення.

У південній частині України (степовій зоні) переважає снігове живлення (70-80%) за невеликою участю підземного (7-10%). Гірські річки мають переважно дощове живлення рис. 5.6). Біля вершин Карпат збільшується частка снігового живлення, а в Кримських горах – підземного живлення (як наслідок карсту).



Рис. 5.6. Прут – гірська річка з переважно дощовим живленням і паводковим режимом. Паводок

4. Водний режим річок України

Водний режим – це розподіл водного стоку річок протягом року. Виділяють такі елементи водного режиму: повінь, паводок та межень.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 27

Знайдіть елементи водного режиму на рис. 3.7.

Повінь (водопілля) – тривале підвищення рівня річок й об’єму стоку в певну пору року (на більшій частині України — навесні).

Паводок – короткочасне суттєве підвищення рівня води після дощів або зимових відлиг.

Межень – тривале зниження рівня води та зменшення об’єму стоку річок.

За режимом розподілу водного стоку протягом року виділяють чотири типи річок: причорноморський, східноєвропейський, кримський, карпатський (рис. 5.7).

Весняна повінь характерна для рівнинних річок східноєвропейського типу. У зв’язку зі зменшенням сніжності зим частка снігового живлення, а отже, й обсяг стоку у весняне водопілля впродовж останніх десятиліть на рівнинній частині України скоротилися (на 7–15%). Саме водопілля зміщується на більш ранні терміни (лютий-березень). Частка весняного водопілля у водності річок становить 35–37% від річного; зросла частка літньо-осінньої межні – 44 %; частка зимової межні становить близько 22 %.

Чому на гірських річках не трапляються повені?

До групи річок із паводковим режимом належать гірські річки кримського типу (із максимумом стоку в холодне півріччя – 70-75% загального обсягу), характерні для середземноморського клімату, та річки карпатського типу з паводками протягом усього року, але з максимумом стоку навесні – на початку літа. На гірських річках повеней не буває, проте на них часто трапляються паводки, інтенсивність яких зросла в останнє десятиліття (у тому числі у зв’язку з вирубуванням лісів на схилах).

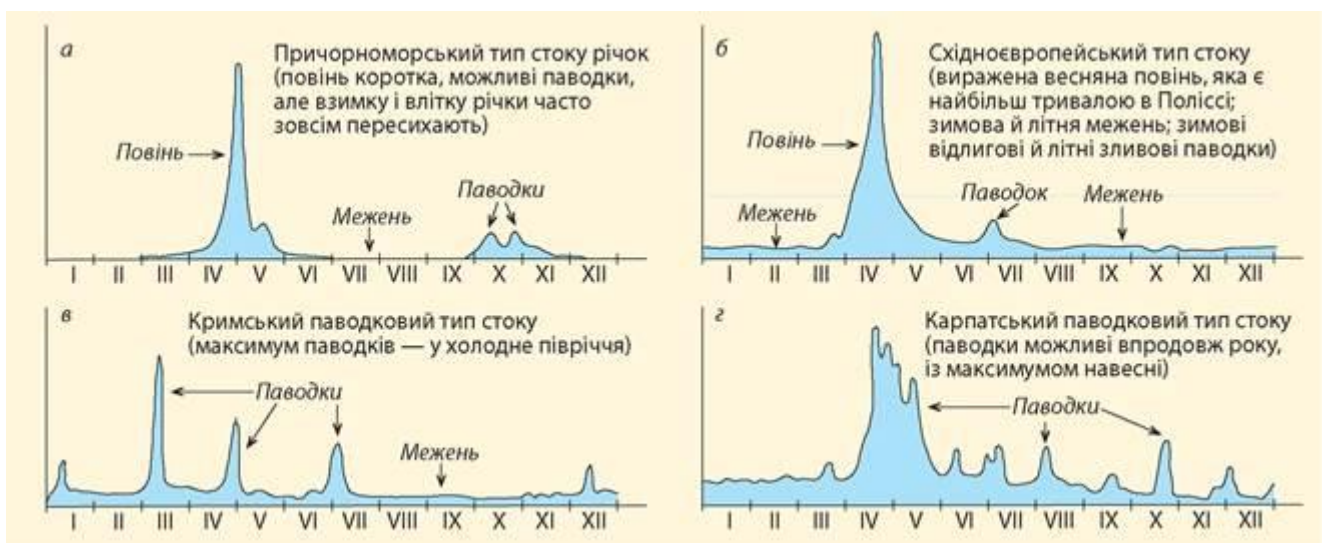


Рис. 5.7. Типи річок за режимом розподілу стоку впродовж року

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 28

На річках півночі України тривалість повені більша, оскільки заболочені поліські низовини віддають воду поступово, а випаровування тут є невеликим. Влітку та взимку спостерігається межень. Зимова межень зумовлена льодоставом, а літня – великим випаровуванням. Трапляються зимові (відлигові) та літньо-осінні (дощові) паводки (рис. 5.7, б).



Рис. 5.8. Повінь на річці Десні біля Новгород-Сіверського

На крайньому півдні України водні потоки існують лише під час танення снігу, а в інші пори року вони, як правило, пересихають (причорноморський тип річок).



Рис. 5.9. Малі річки мають течію переважно навесні, а в літню межень пересихають, залишаючи плесові озера. Річка Середня Говтва у квітні

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 29

ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Закінчіть речення: річковий стік тим більший, чим...
2. Особливості яких природних компонентів впливають на густоту річкової мережі?
3. Що таке витрата води та об'єм стоку за рік?
4. Живлення річок України є переважно мішаним. Якими водами живляться річки?
5. Як водний стік розподіляється на території України?
6. Як і чому змінюється структура водного живлення річок України з північного заходу на південь України?
7. Яка існує відмінність у структурі живлення рівнинних і гірських річок?
8. Охарактеризуйте чотири типи річок України за режимом розподілу водного стоку протягом року.
9. Доведіть та доповніть вислів О. Воєйкова: «Річки – це продукт клімату».
10. Якою є структура водного живлення й режиму стоку річок нашого краю?
11. Розгляньте карту на рис. 5.5 та визначте відмінності у структурі живлення річок різних частин України: 1) де і чому переважає дощове живлення річок; 2) як змінюється структура водного живлення річок із північного заходу на південь рівнинної частини України в міру підвищення континентальності клімату (частка якого живлення зростає, а якого – зменшується); 3) частка якого живлення переважає в районах розвитку пористих гірських порід і карсту?
12. Визначте середню густоту річкової мережі басейну річки Південний Буг ($\text{км}/\text{км}^2$), якщо сумарна довжина всіх водотоків його річкової мережі становить 22 533 км, а площа його басейну – 63 700 км^2 .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 30

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

ТЕМА: ВИТРАТА ВОДИ В РІЧЦІ Й РІЧНИЙ СТІК

Теоретичні відомості

Для практичних цілей (судноплавства, водопостачання населених пунктів, будівництва гідроелектростанцій, зрошення полів) важливо знати витрату води в річці.

Витрата води – це об'єм, що проходить через поперечний переріз водотоку за одиницю часу. Як правило, витрати води в річці обчислюють у літрах за секунду (л/с) або в кубічних метрах за секунду (м³/с).

Витрата води в річці W (м³/с) дорівнює площі поперечного перерізу річки S (м²), помноженій на швидкість течії V (м/с). Отже,

$$W = S \times V.$$

Витрата води в річках неоднакова протягом року. Найбільшою вона буває під час повені або паводка. Скажімо, на рівнинних річках України найбільша витрата води навесні, під час танення снігу.

Задача 1. Ширина річки – 16 м, середня глибина – 1,8 м, швидкість течії річки – 3 м/с. Визначте витрату води в річці на цій ділянці.

Розв'язання:

<p>Дано:</p> <p>$B_{\text{річки}} = 16 \text{ м}$</p> <p>$h = 1,8 \text{ м}$</p> <p>$V = 3 \text{ м/с}$</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p>$W_{\text{річки}} - ?$</p>	<p>Витрату води визначаємо за формулою:</p> <p>$W = S \cdot V$, де W – витрата води в річці (м³/с) на даному відрізку річки;</p> <p>S – площа поперечного перерізу річки (м²);</p> <p>V – швидкість течії річки (м/с).</p> <p>У цій формулі нам невідома S:</p> <p>$S = B_{\text{річки}} \cdot h$;</p> <p>$S = 16 \text{ м} \cdot 1,8 \text{ м} = 28,8 \text{ м}^2$;</p> <p>$W = 28,8 \text{ м}^2 \cdot 3 \text{ м/с} = 86,4 \text{ м}^3/\text{с}$.</p>
--	---

Відповідь: витрата води в річці на даному відрізку дорівнює 86,4 м³/с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 31

На річках установлюють гідрометеорологічні пости. Вони ведуть постійні спостереження за погодою і станом річки. У різні пори року вимірюють витрату води за одну секунду, обчислюють середньодобові її величини, а потім середньорічну витрату.

Найбагатководніша річка України – Дніпро. Її середньорічна витрата води в гирлі майже $1700 \text{ м}^3/\text{с}$. Витрату води в річці за рік називають **річним стоком**. Якщо нам відомо витрати води за секунду, то, знаючи кількість секунд у році, ми можемо визначити середню величину річного стоку. Величина річного стоку визначається за формулою:

$$R = W \times t,$$

де R – річний стік, W – витрати води, t – час (кількість секунд у році). Вимірюється ця величина у кубічних метрах або кубічних кілометрах.

Задача 2. Визначте річний стік річки Дніпра, якщо його пересічна витрата води у гирлі становить – $1700 \text{ м}^3/\text{с}$.

Розв’язання:

Дано:	Кількість секунд у році –
$W = 1700 \text{ м}^3/\text{с}$	$60 \text{ сек} \times 60 \text{ хв} \times 24 \text{ год} \times 365 \text{ діб} = 31536000 \text{ сек};$
1 рік = 365 діб	$R = 1700 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 3600'' \cdot 24 \cdot 365 = 5361120 \cdot 10^4 \text{ м}^3/\text{рік}$
<hr/> R річний стік - ?	

Відповідь: річний стік Дніпра дорівнює $5361120 \cdot 10^4 \text{ м}^3$ за рік або $53,6 \text{ км}^3/\text{рік}$.

Отже, річний стік Дніпра в гирлі становить понад $53,5 \text{ км}^3$. Для порівняння – в інших річок України річний стік такий: Десни – $11,4 \text{ км}^3$, Дністра – $8,7 \text{ км}^3$, Сіверського Дінця – $5,0 \text{ км}^3$. А пересічна багаторічна величина загального річного стоку річок України (без Дунаю) становить $87,1 \text{ км}^3/\text{рік}$.

Якщо відомі показники річного стоку й кількість секунд у році ($60 \text{ сек} \times 60 \text{ хв} \times 24 \text{ год} \times 365 \text{ діб} = 31536000 \text{ сек}$), то можна визначити витрати води в річках.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 32

Задача 3. Визначте витрати води в річці Тиса, якщо її річний стік становить $6,3 \text{ км}^3$.

Розв'язання: Якщо річний стік становить $6,3 \text{ км}^3$, а кількість секунд у році 31536000 сек , то $6,3 \text{ км}^3 : 31536000 \text{ сек} = 199,8 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Відповідь: витрати води в річці Тиса становлять $199,8 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Величина річного стоку річок залежить передусім від клімату. На півночі України, де коефіцієнт зволоження більший за одиницю, річки повноводні, у них великий річний стік. На півдні та південному-сході, де коефіцієнт зволоження менший за одиницю, менший і стік. На величину стоку впливають також геологічна будова басейну річки, його рельєф, ґрунтовий і рослинний покрив. Якщо територія басейну складається з щільних кристалічних гірських порід, то стік більший. Пухкі породи вбирають воду – і стік менший. На рівнинних територіях стік менший, а в гірському рельєфі стік більший. Коли на берегах річок поширений лісовий покрив, то він затримує й зменшує стік.

Тестові завдання

Завдання 1. Ширина річки – 18 м, середня глибина – 1,6 м, швидкість течії річки – 2 м/с. Визначте витрату води в річці на цій ділянці.

- А. $58 \text{ м}^3/\text{сек}$
- Б. $43 \text{ м}^3/\text{сек}$
- В. $40 \text{ м}^3/\text{сек}$
- Г. $32 \text{ м}^3/\text{сек}$

Завдання 2. Визначте витрати води в річці Південний Буг, якщо її річний стік становить $2,89 \text{ км}^3$.

- А. $9 \text{ м}^3/\text{сек}$
- Б. $10 \text{ м}^3/\text{сек}$
- В. $20 \text{ м}^3/\text{сек}$
- Г. $30 \text{ м}^3/\text{сек}$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 33

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7

ТЕМА: СЕРЕДНІЙ БАГАТОРІЧНИЙ СТІК

Однією з основних гідрологічних характеристик є середній багаторічний стік. Характеристики річкового стоку служать основою багатьох гідрологічних розрахунків і прогнозів і використовуються у забезпеченні різних галузей народного господарства гідрометеорологічною інформацією.

До основних характеристик стоку відносять: середню багаторічну витрату води, об'єм стоку за певний період часу, модуль стоку, висота шару стоку і коефіцієнт стоку.

Зміст роботи

1. Обчислити середню багаторічну витрату води.
2. Визначити об'єм стоку, модуль стоку, висоту шару стоку і коефіцієнт стоку.
3. Обчислити модульні коефіцієнти за кожен рік.
4. Накреслити графік зміни річних витрат або модульних коефіцієнтів за період спостережень.
5. Скласти аналіз ходу стоку річки, її водності, виділити багатоводні періоди і періоди маловоддя.

Хід роботи

Стік – це переміщення води по земній поверхні, а також у товщі ґрунту та гірських породах у процесі кругообігу її в природі.

1. **Витрата води (Q , $м^3/с$)** -це об'єм води ($у м^3$), що протікає через живий переріз водотоку за одиницю часу (секунду) і може бути визначена за формулою:

$$Q = \frac{\sum Qi}{n},$$

де: $\sum Qi$ - сума середньорічних витрат води за весь період дослідження, $м^3/с$;
 n - кількість років спостережень.

Таблиця 1

Середні річні витрати води

Річка _____
Пункт _____
Площа басейну _____ $км^2$
Середній річний шар опадів _____ $мм$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 34

Рік	Середні річні витрати води, м ³ /с	Модульний коефіцієнт
1	2	3

Основними характеристиками стоку є:

2.1. Модуль стоку M (л/с · км²) - кількість води, що стікає з одиниці площі водозбору за одиницю часу і визначається за формулою:

$$M = \frac{Q \cdot 10^3}{F},$$

де: Q - середня багаторічна витрата води (м³/с);

F - площа басейну, км²; 10^3 - перевідний множник із м³ у літри.

2.2. Сумарний об'єм стоку w (м³/рік) - об'єм води, що стікає з водозбору за певний проміжок часу (рік, місяць, добу):

$$W = Q \cdot T,$$

де: T - кількість секунд за рік; $T=86400 \cdot 365=31,5 \cdot 10^6$ с.

2.3. Шар стоку (m) - це кількість води, що стікає з водозбору за певний проміжок часу, подана у вигляді товщини шару, рівномірно розподіленого по площі цього водозбору і визначається за формулою:

$$y = \frac{w \cdot 10^3}{F \cdot 10^6} = \frac{w}{F \cdot 10^3},$$

де: 10^3 - перевідний множник із м у мм ;

10^6 - перевідний множник із км² у м².

2.4. Коефіцієнт стоку (η) - це відношення величин стоку (y) до кількості опадів (x), що випали на площу водозбору та спричиняють виникнення стоку :

$$\eta = \frac{y}{x}$$

Модульні коефіцієнти (K_M) визначають із відношення стоку даного року (Q_i) до середнього багаторічного значення (Q) стоку:

$$K_M = \frac{Q_i}{Q}$$

Модульний коефіцієнт характеризує водність даного року. Якщо значення K_M - понад 1,0, то роки багатоводні, а менше 1,0 - маловодні.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 35

Сума модульних коефіцієнтів за певну кількість років має дорівнювати кількості років. Вираховані модульні коефіцієнти заносяться до таблиці 1.

Графік зміни річних витрат або модульних коефіцієнтів будується на стандартному аркуші міліметрового паперу (рис. 1). У масштабі на горизонтальній осі відкладають роки, на вертикальній - відповідні витрати або модульні коефіцієнти. Точки сполучають під лінійку. На графіку слід провести горизонтальну лінію, яка відповідає величині середнього багаторічного стоку, або модульного коефіцієнта, рівного 1.0.

За результатами обчислень і графічної побудови необхідно зробити аналіз ходу стоку річки, зміни її водності, виділити багатоводні та маловодні періоди.

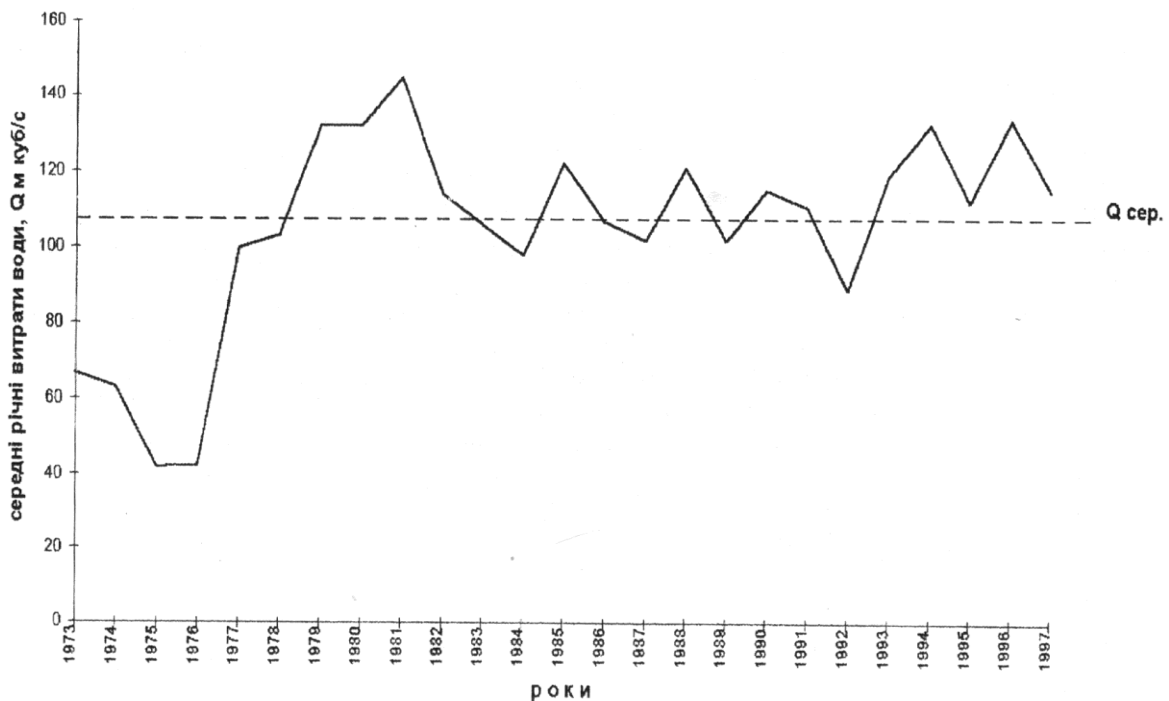


Рис.1. Середні річні витрати води р.Сіверський Донець – с.Яремівка

Лабораторну роботу можна виконати за допомогою комп'ютера

Порядок виконання

1. *Обчислити середню багаторічну витрату води.*

◇ Уведіть дані таблиці (табл.).

Таблиця 2

Річка _____ Площа басейну _____ км²

Пункт _____ Середній річний шар опадів _____ мм

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 36

Рік	Середні річні витрати води, м ³ /с	Модульний коефіцієнт
1991	0,47	
1992	0,23	
1993	0,35	
....	
2005	0,80	

◇ Відкриваєте програму Microsoft Excel і створюєте таблицю:

№	А	В	С	Д
1.	Рік	Середні річні витрати води, м ³ /с	Середня багаторічна витрата води, м ³ /с	Модульний коефіцієнт
2.	1991	0,47	0,49	= B2 : C2
3.	1992	0,23	®	®
4.	1993	0,35	®	®
5.
6.	2005	0,80	®	®
7.			= СУМ	

◇ Потім визначаєте середню багаторічну витрату води, уводячи в чарунку В7 формулу: СР ЗНАЧ (В2 : В6) ОК. Значення середньої багаторічної витрати води занесли в усі чарунки за адресою С (С2 - С6).

2. Обчисліть модульні коефіцієнти за кожен рік, уводячи в чарунку Д2 формулу: = В2 : С2. Потім необхідно скопіювати формулу для модульних коефіцієнтів.

Сума модульних коефіцієнтів за певну кількість років має дорівнювати кількості років. Для визначення суми модульних коефіцієнтів уведіть формулу: = СУМ (Д2 : Д6)

3. Визначити характеристики стоку:

$$T=31,54 \cdot 10^6 \text{ с}; F=3150 \text{ км}^2; y=450 \text{ мм.}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 37

№		
9.	W (сумарний об'єм стоку, м ³ / рік)	= B7*31,54*10 ⁶
10.	M (модуль стоку, л/с · км ²)	= (B7*10 ³) / 3150
11.	y (шар стоку, мм)	= C9 / 3150
12.	η (коефіцієнт стоку)	= C11 / 450

Контрольні запитання

1. Дайте визначення стоку.
2. Які основні характеристики стоку?
3. Дайте визначення витрати води.
4. Як визначається об'єм стоку?
5. Як визначається висота шару стоку?
6. Як визначається модуль стоку?
7. Як визначається коефіцієнт стоку?
8. Як визначається модульний коефіцієнт? Що він характеризує?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 38

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 8

ТЕМА: РОЗЧЛЕНУВАННЯ ГІДРОГРАФА РІЧКОВОГО СТОКУ

Гідрограф - це хронологічний графік зміни щоденних витрат води у певному створі водотоку (рис.1).

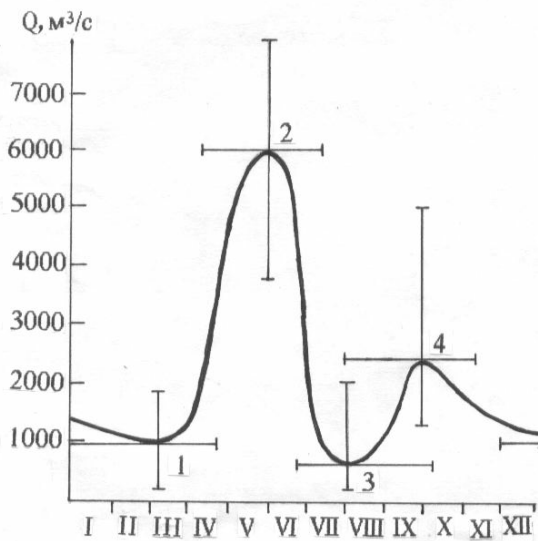


Рис. 1. Типовий гідрограф річки із східно-європейським типом водного режиму:

1. зимова межень,
2. весняна повінь,
3. літня межень,
4. літньо-осінній паводок

Розчленування гідрографа - це графічне виділення на гідрографі об'ємів води, які сформувалися за рахунок різних джерел живлення (рис.2).

Розчленування гідрографа за джерелами живлення необхідне для дослідження процесів формування стоку, а також для розвитку генетичних методів гідрологічних розрахунків та прогнозів.

Виділяють чотири види живлення річок: снігове, дощове, підземне, льодовикове (останнє на Україні - відсутнє). Кількість води, яку одержують річки від того або іншого джерела живлення, неоднакова в різних районах й залежить від сукупності фізико-географічних факторів, серед яких найважливішу роль відіграють кліматичні умови.

У водному режимі річок відзначається закономірне чергування протягом року періодів підвищеної та низької водності, які відбивають зміни умов живлення річки. Ці періоди називаються *фазами водного режиму*. Основними фазами водного режиму є водопілля, межень літня та зимова, фаза осінніх дощових паводків.

Водопілля - це фаза водного режиму річки у період весняного сніготанення, що характеризується високою водністю (рис.1). Кожне водопілля характеризується датою початку підйому та кінця спаду, датою проходження

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 39

максимуму, об'ємом водопілля. За часом настання водопілля може бути весняним, весняно-літнім, літнім. За формою гідрографа весняне та весняно-літнє водопілля найчастіше буває одновершинним, а літнє - багатoverшинним, що пов'язане з коливанням температури повітря та зміною інтенсивності випадання дощів.

Різновидністю водопілля є *повідь* - це дуже високі водопілля, які призводять до затоплення значних площ у долинах річок.

Паводок - це фаза водного режиму річки, що може багаторазово повторюватися в різні сезони року, характеризується інтенсивним збільшенням витрат і рівнів води внаслідок дощів чи сніготанення під час відлиг. За часом настання паводки можуть бути зимовими, літніми, осінніми (менш чітко виражені та менш регулярні) та протягом усього року. Гідрограф стоку паводків складний, багатoverшинний (рис.1). Паводки поділяються на місцеві та транзитні, або верхові, які утворилися від дощів, котрі випали вище по течії. Об'єм води за паводок залежить від кількості опадів, тривалості їх та втрат на випаровування та просочування. Висота паводка залежить від інтенсивності дощу і морфології русла та заплави.

Межень - це фаза водного режиму річки, що повторюється щороку в одні й ті самі сезони та характеризується невеликою водністю, яка створюється внаслідок зменшення живлення річки. В цей час річка живиться в основному підземними (грунтовими водами). За часом настання межень буває літньою та зимовою, за характером коливання витрат - стійкою (степові рівнинні річки) і нестійкою, переривчастою (гірські річки); тривалою і короткою, за водністю - високою та низькою. Час настання і тривалість межень залежить від факторів, які визначають водний режим річок.

Зміст роботи

1. Користуючись «Гідрологічним щорічником», складіть таблицю щоденних витрат води досліджуваної річки.
2. Складіть таблиці опадів та температури повітря району дослідження.
3. Побудуйте гідрограф річки.
4. Розчленуйте гідрограф річкового стоку за типами живлення.
5. Визначте величину кожного типу живлення (у відсотках від річного стоку) та переважаючий тип живлення.

Хід роботи

1. Таблиця щоденних витрат води складається за даними «Гідрологічних щорічників» (табл.1).

2. Дані температури повітря і опадів вибираємо з метеорологічних довідників.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 40

3. Гідрограф річки будується на аркуші міліметрового паперу. В масштабі по вертикалі відкладаємо щоденні витрати води, по горизонталі - дні (наприклад, в 1мм - 2 дні) (рис. 3).

На цьому ж графіку розташовують графіки зміни опадів і температури повітря (вище гідрографа).

Таблиця 1

Щоденні витрати води, м³/с

Річка Сіверський Донець

Пункт м. Зміїв

Число	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	13,8	10,1	101	48,4	25,6	10,6	5,61	6,58	6,11	7,70	9,41	9,86) *
2	12,3	10,3)	83,2	52,1	24,4	10,1	5,71	6,58	6,23	7,70	9,58	10,2) *
3	11,3	10,6)	68,0	49,6	23,8	9,92	5,71	6,58	6,62	7,80	9,58	10,3)
4	9,70	10,4)	61,3	35,7	22,6	9,64	5,81	6,68	6,84	7,96	9,41	10,7)
5	9,20	10,6)	57,2	31,4	21,4	9,36	5,81	6,43	6,71	7,96	9,52	10,8)
6	8,87	11,0)	50,7	27,1	20,8	9,20	5,81	6,43	6,71	8,11	9,86	10,9)
7	8,33	11,0)	46,9	23,4	19,2	8,58	5,81	6,43	6,97	8,11	9,86	10,9)
8	8,23	10,8)	44,7	188	19,9	8,09	5,80	6,43	7,10	8,37	9,98	10,8)
9	8,08	11,5)	41,3	160	19,4	7,81	5,90	6,78	7,10	8,37	9,98	10,9
10	7,90	14,9)	38,9	102	19,2	7,67	6,11	6,78	7,20	8,69	9,98	10,8
11	7,96	26,2)	38,2	90,0	18,5	7,45	6,11	6,52	7,20	8,80	10,1	10,6
12	7,85	36,7)	35,9	75,6	18,3	7,17	6,00	6,02	7,30	8,96	10,1	10,8
13	7,78	45,1)	34,5	69,0	17,9	7,17	6,00	6,02	7,30	8,96	10,1	10,4
14	7,07	77,2)	32,6	67,2	17,7	6,94	5,87	6,02	7,07	9,12	10,3	11,2
15	7,32	12,3)	31,9	58,6	17,8	6,72	5,87	6,27	7,07	9,12	10,3	20,6
16	7,77	19,3)	37,4	53,0	17,8	6,72	5,87	6,27	7,30	9,28	10,3	22,0
17	8,35	25,5)	50,7	48,4	17,5	6,83	5,96	6,27	7,30	9,28	10,4	19,4)
18	10,8	31,7 •	62,6	46,4	16,9	6,72	5,73	6,02	7,40	9,07	10,4	19,4) :
19	11,1)	34,7 •	70,7	45,5	16,5	6,72	5,73	6,27	7,40	9,07	10,3	19,7)
20	10,4)	46,4 •	13,4	43,8	16,5	6,72	5,71	6,27	7,30	9,07	10,1	18,9)
21	9,74)	55,6 •	14,2	43,3	15,4	6,50	5,71	6,27	7,30	9,18	10,1	18,6)
22	9,43)	73,4)	14,5	42,9	14,8	6,50	5,71	6,27	7,50	9,18	10,1	19,7
23	9,36)	64,2)	17,5	42,5	14,6	6,27	6,03	6,02	7,50	9,18	10,3	18,6
24	9,38)	48,4)	20,2	41,3	14,0	6,04	5,91	6,02	7,49	9,18	10,1	16,8
25	9,49)	33,0)	24,6 •	39,7	13,4	4,90	6,15	6,02	7,49	9,18	10,1	15,6
26	9,40)	27,1)	33,5	38,2	11,8	5,93	5,79	5,88	7,49	9,18	10,6	14,6
27	9,50)	21,9)	35,2	35,6	11,2	6,03	6,24	5,88	7,49	9,18	10,6)	14,8
28	9,69)	14,4)	36,8	32,6	11,2	5,80	6,36	5,96	7,49	9,30	10,5	15,1
29	10,4)		38,0	30,6	11,4	5,61	6,49	5,96	7,49	9,30	9,94	15,6
30	10,4)		39,1	29,3	11,2	5,72	6,58	5,96	7,70	9,30	9,07	15,6
31	10,7)		41,3		10,7		6,58	5,96		9,41		14,8

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 41

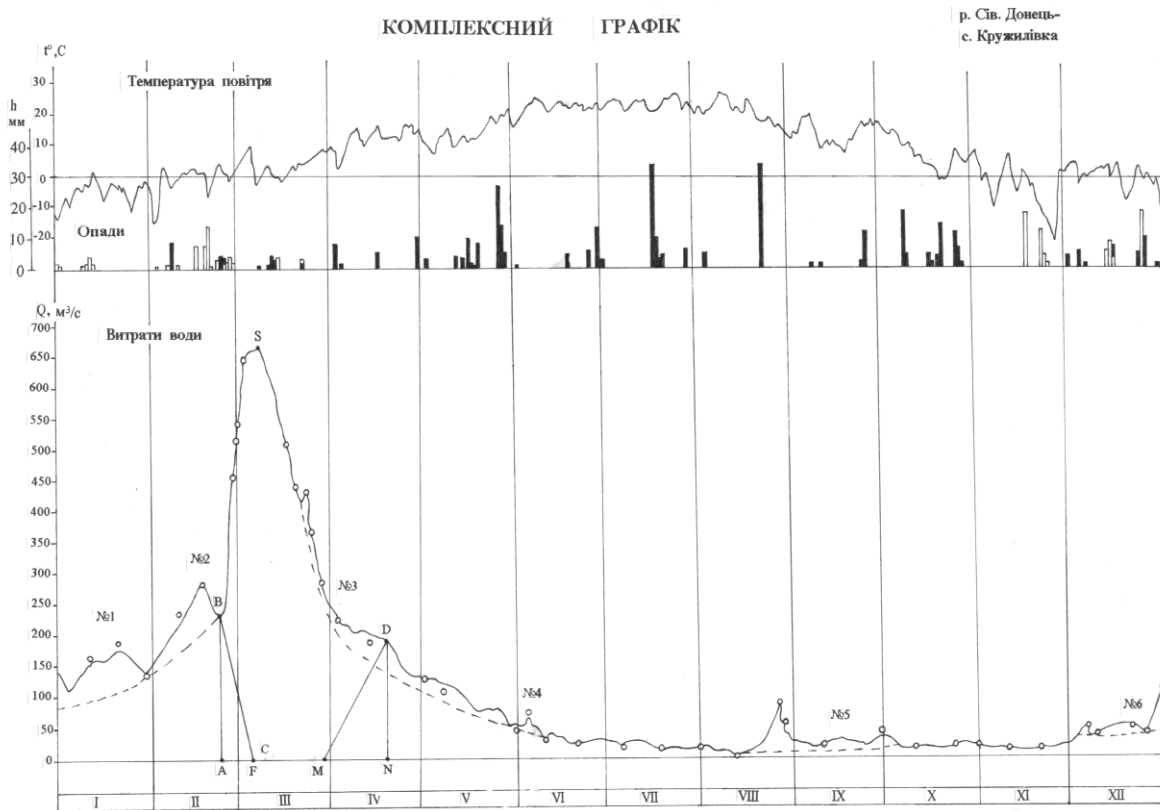


Рис. 3. Комплексний графік р.Сів. Донець - с. Кружилівка

4. Кількісна оцінка частки різних видів живлення у формуванні стоку зазвичай здійснюється за допомогою графічного розчленування гідрографа за видами живлення.

Найпростіший спосіб розчленування гідрографа полягає в тому, що на гідрографі прямими або плавними лініями з'єднують точки мінімальних витрат передвесняного періоду і усі поодинокі мінімуми меженного періоду в проміжках між паводками. Виділення літніх паводків у даному випадку здійснюється шляхом перетину гілок підняття з лінією підземного стоку. За таким способом розчленування гідрографа не враховуються особливості режиму стоку підземних вод у річці, що є суттєвою недоліком.

Пропонуються й інші способи розчленування. Так, А.В. Огієвський запропонував таку схему, спочатку проводять лінію глибоководного живлення, яка відповідає мінімумам посушливих років. Потім проводять лінію виснаження підземного живлення до перетину з глибоководним, далі живлення вважається постійним до максимуму весняної повені. Потім підземне живлення збільшується до точки кінця спаду весняної повені, яку потім плавно з'єднують із літнім мінімумом, після чого вона знову починає зростати.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 42

Найбільш важко виділити підземне живлення в період повені або великих паводків. В залежності від характеру взаємодії поверхневих і підземних вод Б.В. Поляковим, Б.І. Куделіним, К.В. Воскресенським, М.І. Львовичем, О.В. Поповим і ін. дослідниками запропоновано ряд схем розчленування гідрографа. Найбільш загальні закономірності такі. За відсутності гідравлічного зв'язку річкових та ґрунтових вод, що характерно для гірських річок, підземне живлення в період повені або високого паводка повторює хід гідрографа, але в більш згладжуваному вигляді і з деяким запізненням максимуму в часі (рис.2, I).

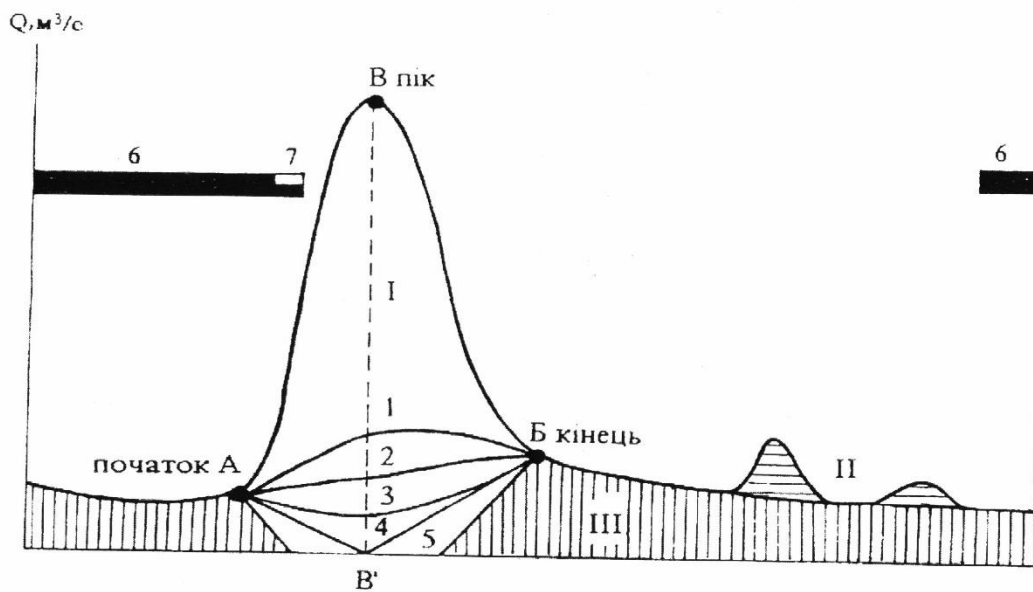


Рис. 2. Схема розчленування гідрографа річки за видами живлення:

1. при відсутності гідрологічного зв'язку річкових і поверхневих вод;
2. на малих і середніх річках;
3. при наявності постійного зв'язку;
4. якщо немає гідрологічного зв'язку;
5. при тривалому стоянні високих рівнів;
6. льодостав;
7. льодохід.

I – снігове, II – дощове, III – підземне; А, Б, та В – початок, кінець і пік повені; 1-5 – лінії, що розділяють снігове та підземне живлення в період повені при різному характері взаємодії річкових і ґрунтових вод.

При наявності постійного або тимчасового гідравлічного зв'язку річкових і ґрунтових вод на підйомі водопілля, внаслідок підпору річкою ґрунтових вод, підземне живлення зменшується і досягає свого мінімуму при найбільшому рівні води в річці (рис.2, III). При тривалому стоянні високих рівнів, що найбільш характерно для великих річок, відбувається фільтрація річкової води в ґрунт

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 43

(«від'ємне підземне живлення» рис.2, V), а на спаді повені або на початку межені ці води повертаються до річки. Якщо не має даних про взаємозв'язок річкових і ґрунтових вод (для рівнинних річок), то умовно приймають величину підземного живлення в період піку водопілля рівною нулю (рис.2, IV).

Але в багатьох випадках, особливо на середніх та малих річках, межа підземного живлення на гідрографі проводиться по прямій лінії, яка з'єднує точки початку і кінця водопілля (рис.2, II).

Виникають труднощі також і під час поділу дощового та снігового живлення, особливо навесні та восени. В цих випадках для більш надійного розчленування гідрографа за видами живлення потрібно знати дані дощових опадів та температури повітря (рис.3).

Вам потрібно зробити розчленування гідрографа одним із наведених методів.

5. Площа, обмежена лінією гідрографа та осями координат, відповідає 100 % річного стоку. Площі, що відповідають окремим видам живлення, необхідно співвіднести до загальної площі і тоді ми отримаємо кількісний вислів типів живлення досліджуваної річки та визначимо переважаюче з них.

За результатами розрахунків та графіком необхідно скласти аналіз умов формування стоку річки її живлення. При цьому необхідно керуватися також загальними даними про річки, які є в «Гідрологічному щорічнику»: площа водозбору, довжина, де протікає і куди впадає річка.

Контрольні запитання

1. Які основні джерела живлення річок?
2. Якими основними факторами обумовлюється водоносність річок і як вона змінюється?
3. Дайте визначення водопілля (повені).
4. Дайте визначення паводка.
5. Дайте визначення межені.
6. Дайте визначення гідрографа.
7. Класифікація В.Д. Зайкова.
8. Класифікація М.І. Львовича.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 44

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 9 (2 ГОД.)

ТЕМА: РОЗРАХУНОК ІНДЕКСУ ЗАБРУДНЕНОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Методика оцінки якості води за індексом забрудненості води (**ІЗВ**) була рекомендована для використання підрозділом Держкомгідромету. Це одна з найпростіших методик комплексної оцінки якості води.

Зміст роботи

1. Визначити індекс забрудненості вод.
2. Визначити клас якості поверхневих вод.
3. Дати аналіз якості поверхневих вод.

Хід роботи

1. Розрахунок індексу забрудненості поверхневих вод (**ІЗВ**) проводиться за обмеженим числом інгредієнтів. За результатами аналізів по кожному з показників визначається середнє арифметичне значення. Кількість аналізів для визначення середнього значення повинно бути не менше **4**. Для поверхневих вод кількість показників, яка береться для розрахунку ІЗВ, повинна бути не меншою **6**. До цих показників відносять: азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню (BCK_5).

Середню концентрацію (**С**) азоту амонійного, азоту нітритного, нафтопродуктів і фенолів порівнюємо з їх гранично допустимими концентраціями (табл. 1):

Таблиця 1

Гранично допустимі концентрації

Показник	ГДК (мг/дм ³)
Азот амонійний	0,39
Азот нітритний	0,02
Нафтопродукти	0,05
Феноли	0,001

Середнє значення BCK_5 (**С**) порівнюємо з відповідними нормами (**Н**) за співвідношенням (табл. 2): $\frac{C}{H}$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 45

Таблиця 2

Нормативи для БСК₅ при розрахунках ІЗВ

БСК ₅ , (мг О ₂ /дм ³)	Норматив, (мг О ₂ /дм ³)
До 3 включно	3
3-15	2
Понад 15	1

Середня концентрація розчиненого кисню оцінюється за співвідношенням: Н/С,

де: Н - величина розчиненого кисню, що приймається за норматив (табл.3);
С - середня концентрація розчиненого кисню.

Таблиця 3

Нормативи для розчиненого кисню при розрахунках ІЗВ

Розчинений кисень, мг/дм ³	Норматив, мг/дм ³
Понад 6	6
Менше 6-5	12
Менше 5-4	20
Менше 4-3	30
Менше 3-2	40
Менше 2-1	50
Менше 1-0	60

Складаємо значення всіх шести показників, виражені через ГДК або норматив. Одержане сумарне значення ділимо на 6 і визначаємо ІЗВ. У разі відсутності у воді нафтопродуктів або фенолів сумарне значення також ділиться на 6.

Розрахунок ІЗВ можна вести у формі таблиці 4.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 46

Таблиця 4

Результати розрахунку середньорічних ІЗВ
для річки Ірша біля м. Малина

№ п/п	Показник	Середня концентрація (С), мг/дм ³	ГДК (Н)	Співвідношення С/ГДК (для O ₂ - Н/С)
1	Азот амонійний	0,50	0,39	1,28
2	Азот нітритний	0,077	0,02	3,85
3	Нафтопродукти	0,032	0,05	0,64
4	Феноли	-	-	-
5	БСК ₅	3,7	2	1,85
6	Розчинений кисень	10,9	6	1,81
<i>Сума співвідношень</i>				9,43
ІЗВ				1,57
Клас якості води				III

2. Після того, як розраховано ІЗВ, необхідно **визначити клас якості води**.

Клас якості води – це рівні якості вод, встановлені за інтервалами числових значень показників їх складу і властивостей.

Ступінь чистоти (або забруднення) характеризується такими класами якості вод (табл. 5):

До *першого класу* належать води, що в мінімальній мірі відчують антропогенні навантаження. Гідрохімічні і гідробіологічні показники цих вод близькі до природних значень для даного регіону.

Для вод *другого класу* характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 47

До *третього класу* відносять води, які знаходяться під значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем.

Води *четвертого-сьомого класу* – це води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес.

Таблиця 5

Критерії оцінки якості вод за ІЗВ

Клас якості води	Текстовий опис	Величина ІЗВ
I	Дуже чиста	$\leq 0,3$
II	Чиста	$> 0,3-1$
III	Помірно забруднена	$> 1-2,5$
IV	Забруднена	$> 2,5-4$
V	Брудна	$> 4-6$
VI	Дуже брудна	$> 6-10$
VII	Надзвичайно брудна	> 10

3. При проведенні аналізу якості вод слід звернути увагу на характер зміни якості вод у часі, пов'язати його з водністю річки, умовами її живлення, а також із характером господарської діяльності в басейні. Указати основні забруднювачі та причини погіршення якості вод.

Вихідні дані:

Таблиця 6

Середні гідрохімічні характеристики р. Ірша, м. Малин за 2018-2019 рр., мг/дм³

№	Показник	C _i
1	Розчинений кисень	10,9
2	БСК ₅	3,7
3	Амоній іон	0,50
4	Нітрити	0,077
5	Нафтопродукти	0,032
6	Феноли	0,00

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 77 / 48</i>

Контрольні запитання

1. Дайте визначення ІЗВ.
2. Як проводиться розрахунок ІЗВ?
3. Що таке ГДК?
4. Дайте характеристику класів якості води.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 49

Теми доповідей та презентацій

1. Світовий океан.
2. Річки України.
3. Найбільші річки світу.
4. Особливості формування гідрологічного режиму річок басейну
5. Найдивовижніші печери України.
6. Кругообіг води в природі. Велике і мале кола кругообігу
7. Живлення і водний режим річок.
8. Річковий стік.
9. Цікаві факти про воду.
10. Поверхневі води.
11. Підземні води.
12. Живлення і водний режим річок.
13. Озера України.
14. Озера світу.
15. Болота.
16. Льодовики.
17. Фізичні властивості води.
18. Хімічні властивості води.
19. Які фізичні властивості морського льоду?
20. Оптичні та акустичні властивості морської води.
21. Вітрове хвилювання в океанах і морях.
22. Характеристики хвиль.
23. Цунамі.
24. Сейші.
25. Бурун.
26. Припливи в океанах та морях.
27. Морські течії та їх класифікація.
28. Загальна схема поверхневих течій в океані.
29. Вітрові течії в океанах і морях.
30. Густинні течії у Світовому океані.
31. Водні маси океану.
32. Яке значення Світового океану у формуванні кліматів Землі?
33. Взаємодія океану і атмосфери, в чому і як проявляється?
34. Як змінюється рівень морів та океанів?
35. Ресурси Світового океану, їх використання.
36. На які групи поділяються живі організми Світового океану?
37. Що розуміють під продуктивністю океанів і морів?
38. В чому полягає негативний вплив людини на океани і моря?
39. Що має включати концепція охорони вод Світового океану?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 50

Література

1. Дорощенко В. В., Коцюба І.Г., Єльнікова Т. О. Водні ресурси та їх охорона. Навчальний посібник. Житомир: Вид. О. О. Євенок, 2017. 264 с.
2. Korobiichuk I., Podchashinskiy Y., Elnikova T., Jus A. Geometrical parameter measurement and phytoplankton process modeling based on video images of water samples from reservoirs // Measurement: Journal of the International Measurement Confederation. 2018. – Vol. 114. – P. 226-232.
3. Коцюба І. Г., Єльнікова Т. О. Дослідження сучасного стану екологічної безпеки річки Уж у межах Житомирської області. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія Екологія. Кам'янець–Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2017. Випуск 2. С. 71–82.
4. Єльнікова Т.О., Коцюба І.Г., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В. Дослідження екологічного стану річки Ірша. Водні біоресурси та аквакультура. Херсон. 2021. Вип. 1 (9). С. 18-26.
5. Дорощенко В.В. Водопідготовка: [навчальний посібник] / В.В. Дорощенко, І.Г. Коцюба, Т.О. Єльнікова, О.І. Уваєва. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. – 163 с.
6. Уваєва О.І. Гідробіологія: [навчальний посібник] / О.І. Уваєва, І.Г. Коцюба, Т.О. Єльнікова. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. – 196 с.
7. Єльнікова Т.О., Подчашинський Ю.О. Автоматизоване вимірювання геометричних параметрів та моделювання процесів розвитку фітопланктону у водоймах. Монографія. Житомир: Державний університет "Житомирська політехніка", 2019. 180 с. ISBN 978-966-683-531-7
8. Шевченко Т. О. Конспект лекцій з дисципліни «Інженерна гідрологія» Т. О. Шевченко, М.М. Яковенко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. – 135 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Презентації лекційного курсу (освітній портал Державного університету «Житомирська політехніка»). Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=3294>
2. Презентації практичних завдань (освітній портал Державного університету «Житомирська політехніка»). Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=3294>
3. Тестові завдання з дисципліни (освітній портал Державного університету «Житомирська політехніка»). Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=3294>
4. Державне агентство водних ресурсів України. Режим доступу:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/МБ/ОК8- 2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 77 / 51</i>

<https://www.davr.gov.ua/>

5. Дністровське басейнове управління водних ресурсів. Режим доступу:
<https://vodaif.gov.ua/>

6. Басейнове управління водних ресурсів річки Прип'ять. Режим доступу:
https://buvrzt.gov.ua/vodni_resyrsy.html/

7. Державний водний кадастр. Облік поверхневих водних об'єктів.
Режим доступу: <http://георportal.davr.gov.ua:81/#>

8. Українські Карпати, розділ Гідрографія. Режим доступу:
<http://www.karpaty.com.ua/?chapter=3>